

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

**Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství**



DOKTORSKÁ DISERTAČNÍ PRÁCE

na téma

Použití matematických metod hodnocení impaktu

Doktorand:	Ing. Tomáš Chorazy
Program:	Inženýrská ekologie
Obor:	Ochrana životního prostředí v průmyslu
Školitel:	Doc. Ing. Vladimír Lapčík, CSc.

Ostrava, březen 2008

Místopřísežně prohlašuji, že jsem autorem této práce.

Ostrava, březen 2008

.....
Tomáš Chorazy

ABSTRAKT

Tato disertační práce se zabývá popisem a použitím matematických metod hodnocení impaktu, tvorbou kritériálních algoritmů metody TUKP pro variantní řešení různých druhů záměrů v procesním řízení EIA a SEA. Dále tyto nově vytvořené algoritmy konfrontuje s praktickými příklady, které jsou opřeny o klasické hodnocení expertní.

Využití matematických metod, které urychlují a zefektivňují nalezení společensky nej přijatelnější varianty napomáhá při rozhodovacím procesu a díky částečnému omezení subjektivních vlivů expertních posuzovatelů výrazně eliminuje potenciální zdroje konfliktů nejen v environmentálně citlivých otázkách.

Klíčová slova: EIA - posuzování vlivů na životní prostředí
TUKP - totální ukazatel kvality prostředí
MUT - axiomatická teorie kardinálního užitku
Variantní posuzování projektů

ABSTRACT

This thesis deals with description and utilizing of mathematical methods of impact assessment, creating of criteria algorithms for variants' solving of TUKP's method of various types of plans at EIA and SEA processes. In the following it confronts these infant algorithms with practical examples, which are based on "classical" experts' assessment.

Utilizing of mathematical methods, which makes finding of the socially most acceptable variant more quicker and effective, helps at the decision making process. Thanks to a partial restriction of subjective experts' assessment it also sharply eliminates potential resources of conflicts not just in environmentally sensitive questions.

Keywords: Environment Impact Assessment
TUKP – The Total Indicator of Environment Quality
MUT – Multiattribute Utility Theory
Project Variants' Assessment

OBSAH

ÚVOD	- 7 -
1. LEGISLATIVNÍ RÁMEC POSUZOVÁNÍ VARIANT IMPAKTŮ V PROCESU EIA	- 8 -
2. MATEMATICKÉ METODY HODNOCENÍ IMPAKTŮ	- 10 -
2.1 METODY S KARDINÁLNÍ INFORMACÍ O KRITÉRIÍCH	- 10 -
2.1.1 <i>Maximalizace užitku</i>	- 10 -
2.1.2 <i>Minimalizace vzdálenosti od ideální varianty</i>	- 12 -
2.1.3 <i>Vyhodnocování podle preferenční relace</i>	- 14 -
2.2 METODA FUZZY LOGIKY A VERBÁLNÍCH VÝROKŮ	- 19 -
2.3 METODA TOTÁLNÍHO UKAZATELE KVALITY PROSTŘEDÍ (TUKP)	- 23 -
3. POSUZOVÁNÍ IMPAKTŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	- 27 -
3.1 POSUZOVÁNÍ LINIOVÝCH STAVEB	- 27 -
3.2 POSUZOVÁNÍ DŮLNÍCH PROJEKTŮ, ZÁMĚRŮ	- 31 -
3.3 POSUZOVÁNÍ PROJEKTŮ ZÁSOBOVÁNÍ VODOU	- 37 -
3.4 POSUZOVÁNÍ PROJEKTŮ ZEMĚDĚLSKÉHO PRŮMYSLU	- 39 -
3.5 POSUZOVÁNÍ PROJEKTŮ (ZÁMĚRŮ) LETIŠŤ	- 40 -
3.6 POSUZOVÁNÍ ZÁMĚRŮ (PROJEKTŮ) ÚZEMNÍHO ROZVOJE (URBAN DEVELOPMENT)	- 41 -
3.7 POSUZOVÁNÍ ZÁMĚRŮ (PROJEKTŮ) PRO NAKLÁDÁNÍ S ODPADNÍMI VODAMI	- 42 -
3.8 POSUZOVÁNÍ PROJEKTŮ (ZÁMĚRŮ) MANAGEMENTU TUHÝCH ODPADŮ	- 43 -
3.9 POSUZOVÁNÍ PROJEKTŮ (ZÁMĚRŮ) CHEMICKÉHO PRŮMYSLU NEBO ZALOŽENÉM NA VYUŽÍVÁNÍ CHEMIKÁLIÍ	- 45 -
3.10 POSUZOVÁNÍ PROJEKTŮ (ZÁMĚRŮ) HYDROELEKTRÁREN	- 46 -
4. PRAKTICKÁ APLIKACE METODY TUKP V PROCESU EIA	- 48 -
4.1 NORMALIZOVANÁ VÁHA KRITÉRIA (URČOVÁNÍ RELATIVNÍ DŮLEŽITOSTI UKAZATELŮ)	- 48 -
4.2 VLASTNÍ POSTUP APLIKACE METODY TUKP	- 59 -
5. KATALOG PARAMETRŮ PRO METODU TUKP (ELEMENTÁRNÍ [1] + ROZŠÍŘENÝ TOUTO DISERTAČNÍ PRACÍ)	- 63 -
5.1 SOUHRNNÝ PŘEHLED KRITÉRIÍ PODLE JEDNOTLIVÝCH KATEGORIÍ	- 63 -
5.2 ODVOZENÍ NOVÝCH TRANSFORMAČNÍCH FUNKCÍ (ALGORITMŮ) METODY TUKP	- 66 -
5.2.1 <i>Využití půdy během výstavby (míra využití půdy při výstavbě 0 – 3)</i>	- 66 -
5.2.2 <i>Uvažovaná preventivní opatření (míra snížení nebo přesunutí významných efektů na životní prostředí 0 – 3)</i>	- 67 -
5.2.3 <i>Škody na zdrojích pitné vody (míra vyvolaných škod 0 – 5)</i>	- 67 -
5.2.4 <i>Blízkost zdroje nebezpečných chorob (míra ohrožení pracovníků 0 – 5)</i>	- 68 -
5.2.5 <i>Zatížení prostředí rozvojovými aktivitami (míra zatížení prostředí 0 – 10)</i>	- 69 -
5.2.6 <i>Náhodné poruchy technického vybavení (peněžní ztráta během poruchy 0 – 1 000 000)</i>	- 69 -
5.2.7 <i>Přetížení dopravy v místě projektu (míra přetížení dopravy 0 – 3)</i>	- 70 -
5.2.8 <i>Nárůst patogenních látek v odpadních vodách a čistírenském kalu (míra výskytu patogenních látek 0 – 10)</i>	- 71 -
5.2.9 <i>Zatížení prostředí světlem (míra zatížení prostředí světlem 0 – 5)</i>	- 71 -

5.2.10 Zatížení vodního prostředí teplem (míra zatížení vodního prostředí teplem 0 - 3).....	- 72 -
5.2.11 Zatížení prostředí radiací (radiační pozadí v mSv.obyvateľstvo ⁻¹ .rok ⁻¹).....	- 73 -
5.2.12 Zatížení prostředí toxickými látkami (míra rizika zatížení prostředí 0 - 10)....	- 74 -
5.2.13 Emise plynů a zápachů do ovzduší (intenzita zápachu 0 – 5) dle ČSN 83 5030.....	- 74 -
5.2.14 Benzen ropný (NPK-P v mg.m ⁻³)	- 75 -
5.2.15 Oxidy dusíku (hodinová hmotnostní koncentrace v mg.m ⁻³).....	- 76 -
5.2.16 Amoniak (hodinová hmotnostní koncentrace v mg.m ⁻³)	- 76 -
5.2.17 Benzo(a)pyren (NPK-P v µg.m ⁻³)	- 77 -
5.2.18 Těkavé organické sloučeniny (obsah VOC v mg.m ⁻³).....	- 78 -
5.2.19 Nadměrné čerpání vody (míra devastace zdroje vody 0 - 10).....	- 78 -
5.2.20 Změna přirozené druhové rozmanitosti jako důsledek při pěstování monokulturních plodin (míra změny přirozené biodiversity 0 - 5).....	- 79 -
5.2.21 Tuhé znečišťující látky TZL (v kg.1 mil m ³ zemního plynu ⁻¹)	- 80 -
5.2.22 Oxid siřičitý SO ₂ (v kg.1 mil m ³ zemního plynu ⁻¹)	- 80 -
5.2.23 Oxidy dusíku NO _x (v kg.1 mil m ³ zemního plynu ⁻¹)	- 81 -
5.2.24 Oxid uhelnatý CO (v kg.1 mil m ³ zemního plynu ⁻¹)	- 82 -
5.2.25 Organické látky OC (v kg.1 mil m ³ zemního plynu ⁻¹).....	- 82 -
6. OVĚŘENÍ NOVĚ VYTVOŘENÝCH TRANSFORMAČNÍCH FUNKCÍ (ALGORITMŮ) METODY TUKP NA PRAKTICKÉM PŘÍKLADU.....	- 84 -
6.1 POPIS POSUZOVANÉHO ZÁMĚRU VELKOSKLADU FIRMY LIDL [20]	- 85 -
6.2 CHARAKTERISTIKA PŘÍMÝCH VLIVŮ ZÁMĚRŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ; HLAVNÍ IMPAKTY ZÁMĚRU [20]	- 86 -
6.2.1 Zábor půdy.....	- 86 -
6.2.2 Ovzduší – emise	- 87 -
6.2.3 Odpadní vody.....	- 88 -
6.2.4 Hluk	- 89 -
6.3 VLASTNÍ POSOUZENÍ IMPAKTU ZÁMĚRU LOGISTICKÉHO CENTRA NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ (DLE VYGENEROVANÝCH FUNKCÍ V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE PANA ŘEHY) [20]	- 92 -
6.4 POSOUZENÍ IMPAKTU ZÁMĚRU LOGISTICKÉHO CENTRA NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ (DLE REÁLNÝCH TRANSFORMAČNÍCH FUNKCÍ VYTVOŘENÝCH TOUTO DISERTAČNÍ PRACÍ) -	95 -
6.4.1 Uplatnění reálných transformačních funkcí vytvořených touto disertační prací a převzatých z elementárního katalogu metody TUKP	- 95 -
6.4.2 Souhrn posouzení.....	- 97 -
6.5 POPIS POSUZOVANÉHO ZÁMĚRU LOGISTICKÉHO CENTRA FIRMY VAN GANSEWINKEL V OSTRAVĚ – BARTOVICÍCH [25].....	- 99 -
6.6 CHARAKTERISTIKA PŘÍMÝCH VLIVŮ ZÁMĚRU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ; HLAVNÍ IMPAKTY ZÁMĚRU [25]	- 101 -
6.6.1 Odpadní vody.....	- 101 -
6.6.2 Ovzduší – emise	- 103 -
6.6.3 Hluk	- 104 -
6.7 VLASTNÍ POSOUZENÍ IMPAKTU ZÁMĚRU LOGISTICKÉHO CENTRA FY VAN GANSEWINKEL NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ (DLE EXPERTNÍHO VYJÁDRĚNÍ V RÁMCI OZNÁMENÍ ZÁMĚRU) [25]	- 106 -
6.8 POSOUZENÍ IMPAKTU ZÁMĚRU LOGISTICKÉHO CENTRA FY VAN GANSEWINKEL NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ (DLE VYGENEROVANÝCH A VYTVOŘENÝCH REÁLNÝCH TRANSFORMAČNÍCH FUNKCÍ TUKP).....	- 106 -

6.8.1 Uplatnění reálných transformačních funkcí vytvořených touto disertační prací a převzatých z elementárního katalogu metody TUKP	- 107 -
6.8.2 Uplatnění vygenerovaných transformačních funkcí metody TUKP	- 109 -
6.8.3 Souhrn posouzení.....	- 110 -
ZÁVĚR.....	- 112 -
CONCLUSION	- 115 -
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	- 118 -
SEZNAM TABULEK, GRAFŮ A OBRÁZKŮ	- 120 -
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	- 122 -
SEZNAM PUBLIKACÍ	- 123 -

Úvod

Každý rozhodovací proces se závažnými celospolečenskými dopady je potenciálním zdrojem konfliktů a je proto nutné věnovat mimořádnou péči metodice, která je použita v příslušném rozhodovacím procesu. Tato otázka je zvláště citlivá ve vztahu k životnímu prostředí, protože zpravidla ovlivní dotčené území, krajinný ráz, či jednotlivé složky a energetickou výměnu prostředí na dlouhou dobu. A to mnohdy bez možnosti návratu k původnímu stavu, či jen s velkým úsilím, zejména finančním.

Proces posuzování vlivů na životní prostředí, který je od roku 1992 pevně zakotven také v české legislativě a zejména potom proces strategického posuzování záměrů a koncepcí bývá řešen v několika variantách, resp. předkládané záměry jednotlivých projektů bývají řešeny v několika variantách. Při vyhodnocování těchto variant záměrů se v mnoha případech využívají matematické metody, které napomáhají urychlit a zefektivnit nalezení té varianty, která se jeví v danou chvíli společensky nejvhodnější. Rozhodováním rozumíme vybrání jedné varianty ze seznamu v dané situaci potenciálně realizovatelných variant tak, aby tento proces vedl k volbě společensky optimálního řešení uvažovaného záměru.

Tato disertační práce se zabývá popisem a použitím matematických metod hodnocení impaktu (čili dopadu variant záměru na jednotlivé složky ŽP) a to se zaměřením na matematickou metodu totálního ukazatele kvality prostředí. Hlavní náplní této práce je potom vytvoření nových, obecně platných kritériálních algoritmů této metody pro variantní řešení různých druhů záměrů při procesu EIA a SEA. Dále jsou tyto nově vytvořené algoritmy konfrontovány s praktickými příklady, kterou jsou opřeny o hodnocení expertní.

Cíle disertační práce

- vytvoření nových, obecně platných kritériálních algoritmů metody TUKP pro hodnocení impaktů v rámci procesu EIA;
- zhodnocení, u kterých typů záměrů odpovídá hodnocení impaktů pomocí nových algoritmů expertnímu (klasickému) hodnocení, které jsou v závěrečné kapitole zastoupeny praktickými příklady.

1. Legislativní rámec posuzování variant impaktů v procesu EIA

V českém právu platí pro oblast EIA zákon č. 100/2001 Sb., ve znění zákonů č. 97/2004 Sb., č. 163/2006 Sb. a č. 216/2007 Sb., O posuzování vlivů na životní prostředí. Tento zákon vychází a je v souladu s právem Evropských společenství a upravuje posuzování vlivů na životní prostředí a veřejné zdraví a postup fyzických osob, právnických osob, správních úřadů a územních samosprávných celků (obcí a krajů) při tomto posuzování.

Ve vztahu k této disertační práci jsou nejvýznamnější ty části, kde se hovoří o nutnosti posuzování všech variant předpokládaných záměrů, doporučení tvorby záměru ve variantách. Dále jsou potom důležitá kritéria, která nutně musí splňovat zpracovatel oznámení, dokumentace či posudku. A zejména tato předmětná kritéria (nutné zákonné náležitosti) tvoří rámec pro tvorbu matematických algoritmů funkcí kritérií, které užívá při vyhodnocování metoda TUKP.

Pro stanovení limitních, tj. krajních mezí řešených kritérií, jsou také využívány údaje ze zákonů týkajících se ochrany životního prostředí (o ovzduší, vodách, půdách a dalších) a jejich prováděcích vyhlášek, které stanovují závazné emisní limity různých činností.

Zákon č. 100/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, hovoří o posuzování variant v těchto částech:

- § 7 Zjišťovací řízení (záměru), odstavec pátý: příslušný úřad může navrhnout zpracování variant řešení záměru, které se zpravidla liší umístěním, kapacitou, použitou technologií či okamžikem provedení, jestliže je jejich provedení prokazatelně účelné a z technologických hledisek možné. Navrhovat zpracování variant řešení záměru odlišné od schválené územně plánovací dokumentace lze jen výjimečně a na základě zdůvodnění,
- § 10b Způsob posuzování vlivů koncepce na životní prostředí, odstavec čtvrtý: je-li koncepce řešena ve variantách, je nutné posuzování podle tohoto zákona provést pro všechny varianty,
- § 10d Zjišťovací řízení (koncepce), odstavec třetí: pokud koncepce podléhá posuzování podle tohoto zákona, příslušný úřad v závěru zjišťovacího řízení stanoví

obsah a rozsah vyhodnocení, včetně požadavku na zpracování v úvahu přicházejících variant koncepce,

- § 10i Zvláštní ustanovení pro posuzování vlivů územně plánovací dokumentace na životní prostředí, odstavec čtvrtý: pokud příslušný úřad v závěru zjišťovacího řízení stanoví nutnost posuzování vlivů na životní prostředí, upřesní současně obsah a rozsah vyhodnocení vlivů na životní prostředí, včetně požadavků na zpracování možných variant konceptu řešení územně plánovací dokumentace,
- Příloha č. 3 Náležitosti oznámení, body B a E: zdůvodnění potřeby záměru a jeho umístění, včetně přehledu zvažovaných variant a hlavních důvodů (i z hlediska životního prostředí) pro jejich výběr, resp. odmítnutí; porovnání variant řešení záměru (pokud byly předloženy),
- Příloha č. 6 Náležitosti stanoviska, část třetí: při hodnocení záměru je třeba uvést preferenční pořadí variant (pokud byly předloženy) z hlediska vlivů na životní prostředí,
- Příloha č. 7 Náležitosti oznámení koncepce, část B: jako součást údajů o koncepci musí být předložen též přehled uvažovaných variant řešení,
- Příloha č. 8 Kritéria pro zjišťovací řízení koncepce, bod 1a: účelnost stanovených variant řešení k dosažení sledovaných cílů koncepce,
- Příloha č. 9 Náležitosti vyhodnocení koncepce z hlediska vlivů na životní prostředí a veřejné zdraví, bod osm: výčet důvodů pro výběr zkoumaných variant a popis, jak bylo posuzování provedeno, včetně případných problémů při shromažďování požadovaných údajů (např. technické nedostatky nebo nedostatečné know-how).

Dále zákon 100/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů, stanovuje celou řadu kritérií (údajů o záměru, koncepci), které musí být náležitostmi oznámení, dokumentací, posudků a které jsou základní skupinou tvořených algoritmů funkcí metody TUKP. Jsou to např.:

- údaje o vstupech: zábor půdy, odběr a spotřeba vody, surovinové a energetické zdroje,
- údaje o výstupech: množství a druh emisí do ovzduší, množství odpadních vod a jejich znečištění, kategorizace a množství odpadů, rizika havárií vzhledem k navrženému použití látek a technologií,
- environmentální charakteristiky dotčeného území,
- charakteristika stavu složek životního prostředí, které budou záměrem ovlivněny
- údaje o vlivech záměru na veřejné zdraví a životní prostředí
- atd.

2. Matematické metody hodnocení impaktů

2.1 Metody s kardinální informací o kritériích

Řada metod vícekritériálního hodnocení variant vyžaduje kardinální informaci o relativní důležitosti kritérií, kterou můžeme vyjádřit pomocí vektoru vah kritérií

$$v = (v_1, v_2, \dots, v_k), \sum_{i=1}^k v_i = 1, v_i = 1, v_i \geq 0.$$

Metod, které vyžadují k vícekritériálnímu vyhodnocení variant znalost vah kritérií, je nejvíce. Mezi základní výpočetní principy metod vícekritériálního hodnocení variant patří *princip maximalizace užitku*, *princip minimalizace vzdálenosti od ideální varianty* a *princip vyhodnocování variant na základě preferenční relace*.

2.1.1 Maximalizace užitku

Princip maximalizace užitku vychází z konstrukce hodnoty užitku, kterou přináší výběr určité varianty, na škále mezi 0 a 1. Čím je varianta vhodnější podle nějakého kritéria, tím je vyšší hodnota užitku. Z hlediska všech kritérií se varianta ohodnotí celkovou hodnotou užitku, kterou dostaneme agregací dílčích hodnot užitku s použitím vah kritérií.

2.1.1.1 Metoda funkce užitku

To, že určitá varianta a_i dosáhla podle kritéria f_j určité hodnoty $y_{ij} = f_j(a_i)$ přináší uživateli určitý užitek, který měříme pomocí funkční hodnoty dílčí funkce užitku $u_j[f_j(a_i)]$. Funkční hodnoty leží v intervalu $\langle 0, 1 \rangle$, čím je varianta vhodnější podle daného kritéria, tím je vyšší hodnota dílčí funkce užitku.

Hledáme-li potom vícekritériální funkce užitku, agregujeme dílčí funkce užitku do jediné funkce, která popisuje užitek z vybrané varianty z hlediska všech kritérií společně, neboli

$$u(a_i) = u(u_1[f_1(a_i)], u_2[f_2(a_i)], \dots, u_k[f_k(a_i)]) .$$

V praxi se potom zpravidla používá aditivní funkce užitku, která má tvar

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j u_j [f_j(a_i)] ,$$

kde $u_j[f_j(a_i)]$ jsou dílčí funkce užitku jednotlivých kritérií a v_j jsou váhy kritérií. Vzhledem k tomu, že váhy jsou normalizované, leží funkční hodnoty vícekritériální funkce užitku rovněž v intervalu $\langle 0, 1 \rangle$. Omezující podmínkou použití aditivního tvaru funkce užitku je vzájemná preferenční nezávislost kritérií.

Pro nalezení kompromisní varianty se řeší úloha

$$u(a_i) \rightarrow \max$$

při omezení

$$a_i \in A = \{a_1, a_2, \dots, a_p\}$$

Varianta, která dosáhne maximální hodnoty užitku je vybrána jako “nejlepší“, případně je možno uspořádat varianty podle klesajících hodnot užitku.

2.1.1.2 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu vychází rovněž z principu maximalizace užitku, ale dopouští se zjednodušení v tom, že předpokládá pouze lineární funkci užitku. Tato metoda je vlastně speciálním případem metody funkce užitku. Je také jednodušší na výpočty.

Při řešení postupujeme tak, že vytvoříme normalizovanou kritériální matici $R = (r_{ij})$, jejíž prvky získáme z kritériální matice $Y = (y_{ij})$ pomocí transformačního vzorce

$$r_{ij} = \frac{Y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} .$$

Tato matice představuje matici hodnot užitku z i -té varianty podle j -tého kritéria. Podle výše uvedeného vzorce lineárně transformujeme kritériální hodnoty tak, že $r_{ij} \in \langle 0, 1 \rangle$, D_j odpovídá hodnota 0 a H_j odpovídá hodnota 1. Při použití aditivního tvaru vícekritériální funkce užitku potom užitek z varianty a_i je roven

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j r_{ij} .$$

Varianta, která dosáhne maximální hodnoty užitku je vybrána jako “nejlepší“, případně je možno uspořádat varianty podle klesajících hodnot užitku.

2.1.2 Minimalizace vzdálenosti od ideální varianty

Dalším výpočetním principem je princip minimalizace vzdálenosti od ideální varianty. Ideální variantou nazveme variantu, pro kterou všechny hodnoty kritérií dosahují nejlepších hodnot. Ideální varianta je většinou hypotetická, tzn. Neleží v množině variant A. Potom se jako “nejlepší“ varianta vybírá taková, která je podle určité metriky nejblíže k ideální variantě. Metody se liší způsobem měření vzdálenosti variant od ideální varianty.

2.1.2.1 Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) poskytuje úplné uspořádání množiny všech variant, tj. je určena i pro výběr nejlepší varianty. Požadovanými vstupními údaji jsou kritériální hodnoty pro jednotlivé varianty a váhy jednotlivých kritérií.

Kritériální hodnoty pro jednotlivé varianty jsou uspořádány v kritériální matici $Y = (y_{ij})$, kde y_{ij} je hodnota i -té varianty hodnocené podle j -tého kritéria.

Metoda je založena na výběru varianty, která je nejblíže k ideální variantě reprezentované vektorem (H_1, H_2, \dots, H_k) a nejdále od bazální varianty reprezentované vektorem (D_1, D_2, \dots, D_k) .

Krok 1:

Konstrukce normalizované kritériální matice $R = (r_{ij})$, kde pro výpočet normalizovaných hodnot je navržen vzorec

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^p (y_{ij})^2 \right)^{\frac{1}{2}}}, \quad i = 1, 2, \dots, p, \quad j = 1, 2, \dots, k.$$

Po této transformaci jsou sloupce v matici R vektory jednotkové délky.

Krok 2:

Vypočteme váženou kritériální matici W tak, že každý j-tý sloupec normalizované kritériální matice R násobíme odpovídající vahou v_j :

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1k} \\ w_{21} & w_{22} & \dots & w_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{p1} & w_{p2} & \dots & w_{pk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_1 r_{11} & v_2 r_{12} & \dots & v_k r_{1k} \\ v_1 r_{21} & v_2 r_{22} & \dots & v_k r_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_1 r_{p1} & v_2 r_{p2} & \dots & v_k r_{pk} \end{bmatrix}$$

Krok 3:

Určíme ideální variantu $H = (H_1, H_2, \dots, H_k)$ a bazální variantu $D = (D_1, D_2, \dots, D_k)$ vzhledem k hodnotám ve vážené kritériální matici, ke

$$H_j = \max_i w_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, k,$$

$$D_j = \min_i w_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, k.$$

Krok 4:

Výpočet vzdáleností variant od ideální varianty

$$d_i^+ = \left(\sum_{j=1}^k (w_{ij} - H_j)^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad i = 1, 2, \dots, p,$$

a vzdáleností variant od bazální varianty

$$d_i^- = \left(\sum_{j=1}^k (w_{ij} - D_j)^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad i = 1, 2, \dots, p.$$

V obou případech je použita Euklidova míra vzdálenosti.

Krok 5:

Výpočet relativního ukazatele vzdáleností variant od bazální varianty:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, p.$$

Pro hodnoty c_i platí:

$$0 \leq c_i \leq 1$$

$$c_i = 0 \Leftrightarrow a_i \approx (D_1, D_2, \dots, D_k)$$

$$c_i = 1 \Leftrightarrow a_i \approx (H_1, H_2, \dots, H_k).$$

Varianty uspořádáme podle klesajících hodnot ukazatele c_i , čímž získáme úplné uspořádání všech variant.

2.1.3 Vyhodnocování podle preferenční relace

Významnou skupinou metod jsou metody založené na vyhodnocování podle preferenční relace. Metody založené na konstrukci preferenční relace vycházejí z relací (vztah preference, indiference, nesrovnalosti) mezi dvojicemi variant vzhledem k jednotlivým kritériím

$$a_i R_h a_j, \quad h = 1, 2, \dots, k,$$

a pomocí agregačních procedur získávají párové relace mezi dvojicemi variant z hlediska všech kritérií

$$a_i R a_j.$$

Agregační procedury bývají založeny na porovnávání určitých stupňů preference, indiference atd. s prahovými hodnotami. Celková párová relace potom závisí na hodnotě prahu, pro různé prahové hodnoty dostáváme různé relace. Ze změn relací na základě změn prahových hodnot je možno si udělat představu o citlivosti problému a jeho řešení. Analýza podle prahových hodnot však vyžaduje jisté zkušenosti. Výhodou těchto metod je skutečnost, že nevyžadují žádnou normalizaci kritériální matice. Způsob normalizace matice může totiž ovlivnit výsledek metody.

Výsledná párová relace však nemusí být tranzitivní, proto jsou agregační procedury doplněny postupem, který nalezne celkové uspořádání variant nebo varianty rozdělí do několika indifferenčních tříd. Na pojmu preferenční relace je založena celá řada metod “francouzské školy“. Mezi nejznámější metody založené na konstrukci preferenční relace patří metoda AGREPREF, třída metod ELECTRE, PROMETHEE, metoda GAIA, MAPPAC a PRAGMA.

2.1.3.1 Metoda AGREPREF

Pro úlohy vícekritériálního hodnocení variant, kdy máme zadanou konečnou množinu variant $A = (a_1, a_2, \dots, a_p)$ a soustavu kritérií f_1, f_2, \dots, f_k , můžeme definovat tzv. stupeň preference varianty a_i před variantou a_j

$$a_{ij} \in \langle 0,1 \rangle .$$

Předpokládejme, že máme zadány relativní důležitosti jednotlivých kritérií ve formě vah

$$v_1, v_2, \dots, v_k, \quad v_h \geq 0, \quad \sum_{h=1}^k v_h = 1 \sim$$

Pro každou dvojici variant a_i a a_j seskupíme kritéria, která:

1. preferují variantu a_i před variantou a_j , množinu jejich indexů označíme I_{ij} ,
2. preferují variantu a_j před variantou a_i , množinu jejich indexů označíme I_{ji} ,
3. mají pro obě varianty a_i a a_j stejné hodnoty a z hlediska těchto kritérií jsou obě indiferentní, množinu jejich indexů označíme I_{i-j} .

Stupeň preference varianty a_i před variantou a_j

$$s_{ij} = \sum_{h \in I_{ij}} v_h .$$

Stupeň preference varianty a_j před variantou a_i

$$s_{ji} = \sum_{h \in I_{ji}} v_h .$$

Stupeň indiference variant a_i a a_j

$$s_{i \sim j} = \sum_{h \in I_{i \sim j}} v_h .$$

Vzhledem k podmínce $\sum_{h=1}^k v_h = 1$ platí

$$s_{ij} + s_{ji} + s_{i \sim j} = 1.$$

Cílem dalšího postupu je získat výslednou preferenční relaci $R = (P, I, N)$, podle které by bylo možné varianty uspořádat. Relace R se skládá z relace preference P , relace indiference I a relace nesrovnatelnosti N .

Pravidlo většiny je nejjednodušším způsobem získání relace $R = (P, I)$: Jestliže platí $s_{ij} > s_{ji}$, potom je varianta a_i preferována před variantou a_j ($a_i P a_j$).

Jestliže $s_{i \sim j} = 1$ nebo $s_{ij} = s_{ji}$, potom jsou varianty a_i a a_j indiferentní.

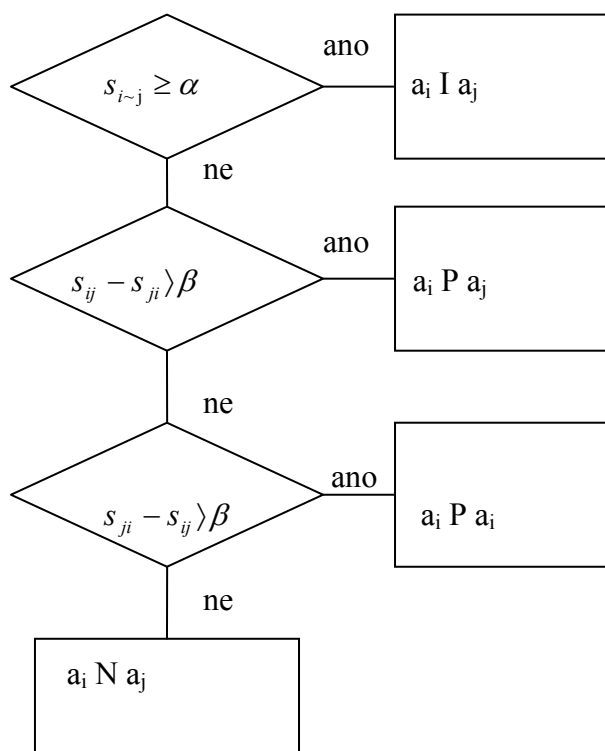
Metoda AGREPREF je založena na zobecnění pravidla většiny. U této metody jsou použity dva prahy citlivosti, tzv. práh indiference a práh preference.

Práh indiference variant α udává, jak velký by měl být alespoň součet vah těch kritérií, z jejichž hlediska jsou obě posuzované varianty a_i a a_j indiferentní.

Práh preference dvou variant β udává, jak velký musí být rozdíl mezi součtem vah kritérií, z jejichž hlediska je varianta a_i preferována před variantou a_j a součtem vah kritérií, které preferují variantu a_j před variantou a_i .

Hodnoty obou prahů leží v intervalu mezi 0 a 1, $\alpha, \beta \in \langle 0, 1 \rangle$. Relace indiference I závisí na prahu α , relace preference P závisí na obou prazích α, β . Ve speciálním případě $\alpha = 1, \beta = 0$ dostáváme pravidlo většiny.

Při porovnávání všech dvojic variant lze potom postupovat podle schématu



Výsledná relace $R = (P, I, N)$, kterou získáme porovnáním dvojic variant podle výše uvedeného schématu, je pouze neúplnou preferenční relací, která nemusí být tranzitivní. Proto je nutné ji aproximovat relací semiuspořádání, která je alespoň kvazitransitivní.

Relaci preference P můžeme znázornit pomocí grafu, kde uzly grafu odpovídají variantám a_i , $i = 1, 2, \dots, P$, a orientované hrany vyjadřují skutečnost, že varianta a_i je preferována před variantou a_j . Prvky matice relace preference P jsou definovány takto

$$P_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jestliže } a_i \text{ je preferována před } a_j, \\ 0, & \text{jestliže } a_i \text{ není preferována před } a_j. \end{cases}$$

Musíme zajistit tranzitivnost relace P , proto sestrojíme její tranzitivní uzávěr. To znamená, že v matici P změníme některé hodnoty 0 na 1 tak, aby v celé matici platilo, jestliže $P_{hi} = P_{ij} = 1$, potom také $P_{hj} = 1$.

Cílem je získat po uspořádání řádků a sloupců takový tvar matice relace P , ve kterém by byly prvky hodnoty 1 pouze v horní trojúhelníkové matici a odděleny schodovitou hranicí od prvků hodnoty 0. K tomuto uspořádání matice použijeme hodnoty d_h , jež udávají rozdíl

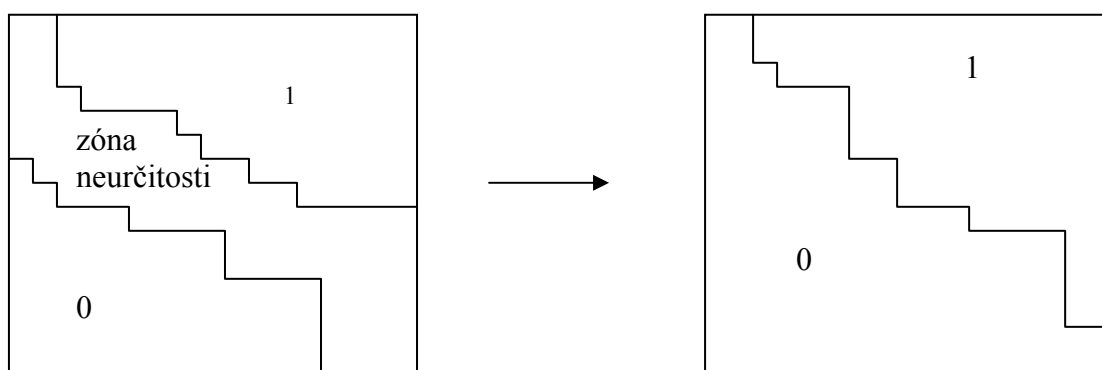
mezi počtem variant, před kterými je varianta preferována, a počtem variant, které jsou preferovány před danou variantou. Tyto hodnoty vypočteme následovně:

$$d_h = d_h^+ - d_h^-, \text{ kde } d_h^+ = \sum_{j=1}^p P_{hj}, d_h^- = \sum_{i=1}^p P_{ih}.$$

Uspořádáním řádků a sloupců podle klesajících hodnot d_h se přiblížíme k hledanému tvaru matice P .

Jestliže je alespoň jeden prvek na diagonále i pod diagonálou roven 1, potom graf relace odpovídající tranzitivnímu uzávěru P obsahuje cyklus, který odstraníme změnou těchto prvků z hodnoty 1 na hodnotu 0.

Nalezený tvar matice sousednosti nemusí také obsahovat schodovitou hranici mezi oblastí s prvky 1 a oblastí s prvky 0. Tu dosáhneme postupnou změnou hodnot 0 a 1 v tzv. zóně neurčitosti, která obsahuje prvky 0 i 1. Pro změnu prvků v zóně neurčitosti existují pomocné procedury. Novým uspořádáním podle nově určených hodnot d_h dospějeme k hledanému tvaru matice P .



Výsledná matice již je maticí semiuspořádání. Hodnoty d_h odpovídající výsledné matici také určují kvaziuspořádání variant.

[3] Fiala, P., Jablonský, J., Maňas, M.: *Vícekritériální rozhodování*, VŠE Praha, 1997

2.2 Metoda fuzzy logiky a verbálních výroků

Využívání teorie *mlhavých množin* a *mlhavých čísel* se v posledních letech značně rozšířilo pravděpodobně na celou oblast EIA a ŽP. V oblasti procesu EIA je aplikace tohoto přístupu zdůvodněna zejména pro rané stadium zpracování dokumentace EIA (etapa screeningu a scopingu). Mlhavé modely se nejlépe uplatňují v oblastech:

- a) prostý popis stavu a určité situace verbálním způsobem, včetně očekávaného vývoje, např. chodu počasí;
- b) vyjádření preference podle určité vlastnosti, např. podle ukazatelů jakosti vody, estetické úspěšnosti díla, rekreačních předpokladů území (lesních porostů);
- c) vyjádření pozdější nepřesnosti v interpolaci hodnot, v politice řízení či kontroly, ve specifikaci rovnice regrese, v posuzování poruchových jevů např. vztahu „událostí“ a následných „poruch“ (viz nedodávka vody), ap.

Uplatnění mlhavých modelů je také možné pro širokou oblast ekologie a hydrologie, viz proces eroze, sedimentace, zátěž škodlivinami povrchových a podzemních vod, předpovídání průtoků (viz formulace „tendence mírného vzestupu“ nebo „slabého poklesu“). Uplatnění je účelné ve všech případech, kdy se řeší problém spojený s nepřesností, s nahodilostí, popř. se spolehlivostí a s bezpečností.

Koncepce tvorby verbálně numerické stupnice v relativních jednotkách je silně ovlivněna subjektivním přístupem posuzovatele (viz přidělování určitého počtu bodů nebo známky vybraným slovním výrazům např. „dobrý, průměrný, vyhovující“, apod.). Tento nedostatek lze do určité míry odstranit aplikací *teorie jazykové proměnné*. Základním předpokladem je standardní „překlad“ verbálních prvků do kvantifikované stupnice. S úspěchem lze využívat „přirozený jazyk“ jako mocného nástroje pro ne úplně přesný popis reality. Pracovním nástrojem je vhodná aplikace *fuzzy množin* a *fuzzy logiky*. V domácí praxi nachází aplikace teorie fuzzy množin uplatnění v různých oblastech vodního hospodářství,

Idea fuzzy množiny je velmi jednoduchá a poměrně přirozená: Nejsme-li schopni stanovit přesné hranice třídy určené vágním pojmem, nahraďme rozhodnutí o náležení (rozuměj příslušnosti) či nenáležení daného prvku do ní mírou vybíranou z nějaké škály. Každý prvek bude mít přiřazenu míru vyjadřující jeho místo a roli v této třídě. Bude-li škála uspořádaná, pak menší míra bude vyjadřovat, že daný prvek je někde blíže k okraji třídy. Tuto

míru nazveme *stupněm příslušnosti prvku do dané třídy*, a třídu, v níž každý prvek je charakterizován stupněm příslušnosti do ní, nazveme FUZZY množinou. Lze tak říci, že stupeň příslušnosti vyjadřuje stupeň našeho přesvědčení, že daný prvek patří do dané fuzzy množiny. (Upozorňuje se, že stupeň příslušnosti nemá nic společného s pravděpodobností ani s axiomatickou teorií kardinálního užitku a s vyhodnocovacími křivkami).

Fuzzy množinou (mlhavou, rozmazanou, nepřesně ohraničenou) se rozumí množina takových prvků, u kterých se uvádí stupeň příslušnosti k množině Φ , a to jako číslo z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$. Rozeznávají se nejen prvky do množiny patřící (stupeň příslušnosti $\Phi = 1$) a do množiny nepatřící (stupeň příslušnosti $\Phi = 0$), ale i prvky patřící do množiny se stupněm příslušnosti např. $\Phi = 0,75$; $\Phi = 0,5$; $\Phi = 0,15$ atd. Takto lze přistupovat ke kvantifikaci významu slov. V daném případě lze slova chápat jako označení (pojmenování) fuzzy množin definovaných na hodnotách nějaké pomocné číselné proměnné.

Funkci příslušnosti Φ zpravidla zobrazuje *standardní křivka zvonovitého tvaru*, typická pro mlhavé množiny.

Funkce Φ se obvykle nazývá *funkce příslušnosti fuzzy množiny Φ* . Každému prvku $x \in U$ je přiřazen prvek $\Phi x \in L$, který se nazývá *stupněm příslušnosti prvku x do fuzzy množiny Φ* . Je-li $\Phi x = 0$, pak x nepatří do Φ , je-li $\Phi x = 1$, pak x patří do Φ . Je-li $0 < \Phi x < 1$, pak x částečně patří do fuzzy množiny Φ . V této definici je fuzzy množina formálně ztotožněna se svou funkcí příslušnosti.

Fuzzy množina Φ v univerzu U je funkce

$$\Phi: U \rightarrow L,$$

kde: U je množina vymezená závisle na kontextu,

L - nosič pro uvažovaný speciální případ $\langle 0; 1 \rangle$.

Jádro fuzzy množiny Φ je klasická množina

$$\text{Ker } \Phi = \{x; \Phi x = 1\}.$$

Fuzzy množina Φ je *normální*, jestliže $\text{Ker } \Phi > 0$. V opačném případě je *subnormální*. Explicitně budeme fuzzy množinu zapisovat

$$\Phi = \bigcup_{x \in U} \Phi x/x.$$

V zápise je $\Phi x \in L$ stupeň příslušnosti $x \in U$ do fuzzy množiny Φ a $\Phi x/x$ značí uspořádanou dvojici $\langle \Phi x, x \rangle \in L \times U$.

Jsou-li U nebo $\text{Supp } \Phi$ konečné, tj. $\text{Supp } \Phi = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, budeme psát

$$\Phi = \{ \Phi x_1/x_1, \Phi x_2/x_2, \dots, \Phi x_n/x_n \},$$

kde $\Phi x > 0$ pro všechna $i = 1, 2, \dots, n$.

Fuzzy množina

$$\{ \alpha/x \},$$

kde $x \in U$ se nazývá *fuzzy jednotka*.

Hodnoty *jazykové proměnné* se nazývají *termy*. Na rozdíl od klasické proměnné, kde existuje ostré ohraničení proměnné, lze fuzzy ohraničení chápat jako „měkké“ ohraničení tím, že každý prvek $x \in U$ je hodnotou proměnné pouze v určitém stupni. Jinak řečeno, pro každý prvek $x \in U$ je do určité míry možné, že je hodnotou proměnné.

Formálně:

Jazyková proměnná je charakterizována pěticí symbolů

$$\langle J, T(J), U, G, M \rangle,$$

kde : J je jméno proměnné,

$T(J)$ - její množina termů, tj. množina jazykových hodnot proměnné J ,

U - univerzum,

G - syntaktické pravidlo, pomocí něhož jsou generovány hodnoty

$$\Phi \in T(J),$$

M - sémantické pravidlo, které přiřazuje každému termu $\Phi \in T(J)$ jeho

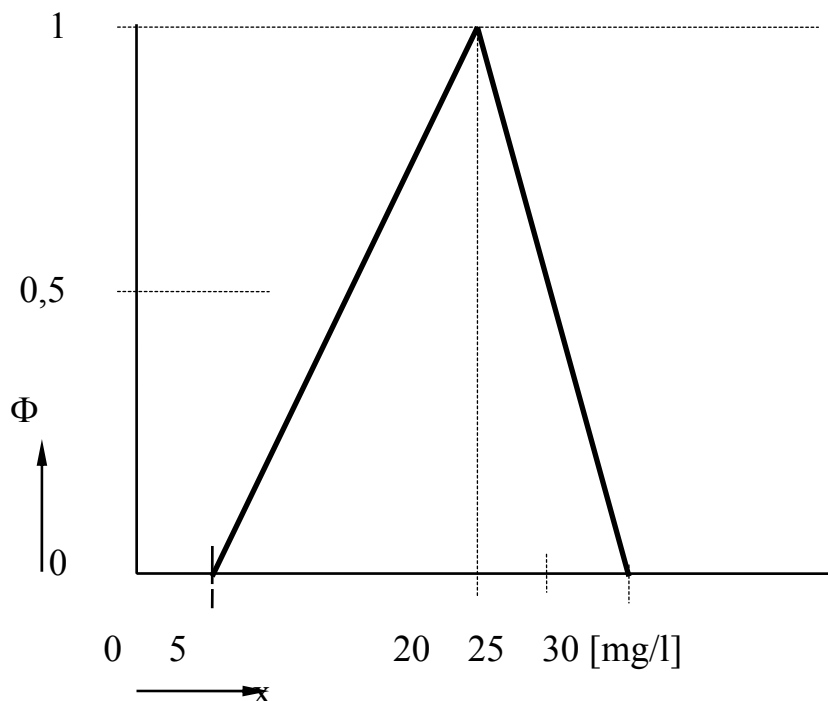
$$\text{význam } M(\Phi) = U.$$

Každý term $\Phi \in T(J)$ je jménem fuzzy proměnné $\langle \Phi, U, R(\Phi) \rangle$, jejímž ohraničením je fuzzy množina $R(\Phi) = M(\Phi)$.

Složitý problém je *sémantika přirozeného jazyka* a zejména vyjádření negace. Jazykové „ne“ je třeba řešit v tzv. aktuálním členění věty a vyžaduje hlubokou analýzu ve spojení s výsledky klasické lingvistiky. Navíc musíme rozlišovat *antonyma* (rozuměj: slova, mající protikladný význam), jako např. „mladý \Leftrightarrow starý“ a *komplementy* (rozuměj: souhlasný, doplňující). Např. není možné položit „mladý = ne starý“. Oba jevy „být mladý“ a „být starý“ jsou prvoevidovatelné a proto jeden není doplňkem druhého. Prozatím je třeba se řídit jazykovým citěním a v aplikacích přijmout řadu zjednodušení.

V praxi se často pracuje s *trojúhelníkovými mlhavými čísly* TFN, které vyhovují definici normální mlhavé množiny, (tj. existuje nejméně jedna hodnota $x \in \Phi$, pro kterou je $\Phi = 1$). Na **obr. 1** je vyjádřeno mlhavé číslo Φ pomocí hodnot prvku x v bodech $a_1 = 5$, $a_2 = 25$, $a_3 = 30$. Mlhavé číslo je formálně definováno výrazem $\Phi = (a_1, a_2, a_3)$.

Obrázek č. 1: Trojúhelníkový typ fuzzy množiny TFN pro (nejisté, nahodilé, mlhavé) hodnoty očekávané zátěže škodlivinami, vyjádřené verbálně „ne méně než 5, asi 25, ale ne více než 30 [mg/l]“



Průměrná hodnota mlhavé množiny typu TFN je dána vztahem

$$\Phi_{\text{TFN}} = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} = 20.$$

[2] Jura, P.: *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*, VÚT Brno, 2003

[8] *Teze posouzení vlivu Plánu odpadového hospodářství ČR na životní prostředí (SEA POH)*, listopad 2002

2.3 Metoda totálního ukazatele kvality prostředí (TUKP)

Jedná se o formalizovanou graficko-analytickou metodu, která směřuje ke stanovení komplexní hodnoty území z hlediska antropogenně ovlivněné kvality životního prostředí. Je to multikriteriální metoda plně využívající katalog kritérií nejvyššího typu, tj. včetně transformačních funkcí dílčího užítu, vyjádřených analyticky i graficky. Je opřena o teorii MUT a přísluší do kategorie modelů kvantitativního tvrdého typu. Její struktura je hierarchická, má tři úrovně odpovídající třem různým úrovním informací. Hodnocení se provádí v šesti kategoriích kritérií a umožňuje výběr společensky preferované varianty z konečné množiny variant řešení, nebo uspořádat preferenční pořadí variant vzhledem k danému souboru kritérií.

Pro účely disertační práce je využíván aditivní model řešení této metody.

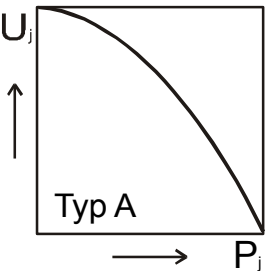
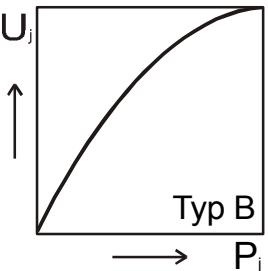
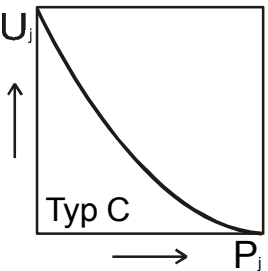
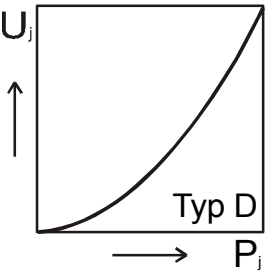
Axiomatická teorie kardinálního užítu (MUT)

Tato teorie vychází z filozofického předpokladu, že souhrnná kvalita ŽP pro daný územní region je určena podstatnými (kardinálními) vlastnostmi jednotlivých složek ŽP, jejichž kvalitu lze posoudit dostupnými analyticko-diagnostickými ukazateli. Tyto dílčí ukazatele vytvoří katalog ukazatelů kritérií, u kterých se hodnoty stanoví exaktně analyticky nebo expertním odhadem. Různorodost ukazatelů zpravidla znemožňuje převedení

na společné hodnotové měřítko, což naopak umožňuje formalizovaný pracovní postup této metody.

Podstatou formalizovaného postupu je aplikace transformačních funkcí užitku. Tyto funkce zachycují závislost kvality prostředí na parametrech (kritériích).

Tabulka č. 1: Základní čtyři typy transformačních funkcí

<p>Klesající konkávní funkce užitku - Typ A</p> <p>Nepřímá závislost U_j na P_j</p> <p>Mírný pokles užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot U_j</p> <p>Ekologicky optimistické hodnocení</p>	
<p>Rostoucí konkávní funkce užitku - Typ B</p> <p>Přímá závislost U_j na P_j</p> <p>Mírný pokles užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot U_j</p> <p>Ekologicky optimistické hodnocení</p>	
<p>Klesající konvexní funkce užitku - Typ C</p> <p>Nepřímá závislost U_j na P_j</p> <p>Radikální pokles užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot U_j</p> <p>Ekologicky pesimistické hodnocení</p>	
<p>Rostoucí konvexní funkce užitku - Typ D</p> <p>Přímá závislost U_j na P_j</p> <p>Radikální pokles užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot U_j</p> <p>Ekologicky pesimistické hodnocení</p>	

Aditivní model metody TUKP

V_i ... varianta řešení záměru

pro $i = 1, \dots, m$

kde m ... celkový počet předem vypracovaných a odlišných variant

P_y ...podstatný parametr kvality ŽP.

pro $y = 1, \dots, z$

kde z ...celkový počet vybraných kritérií.

Parametr musí být použitelný jako kritérium pro kvalitativní posouzení antropogenního vlivu.

Parametr může mít více ukazatelů.

$P_j^{(y)}$...ukazatel kritéria jako hodnota analyticky, modelově nebo odhadem zjištěného parametru pro $j = 1, \dots, n(y)$

kde n ...celkový počet ukazatelů

Jednotky ukazatelů jsou:

-objektivní,

-subjektivní,

rozměr jednotek jsou:

- absolutní,

- relativní.

Hodnota parametru je určena jako dílčí důsledek varianty V_i .

$P_j^{(y)}$ se označuje zjednodušeně jako P_j a znamená hodnotu ukazatele kritéria parametru P_y pro variantu V_i .

P ... vektor parametrů

kde $P = [P_1, \dots, P_z]$

příčemž z ... celkový počet kritérií.

w_j ... váhový či kvantitativní multiplikátor

tzn. relativní významnost $P_j^{(y)}$ ukazatele kritéria a to v rámci celého souboru $j = 1, \dots, n(y)$ ukazatelů.

U_j ... dílčí funkce užitku

a to jako kvalitativní multiplikátor ve formě transformační funkce $f_j(P_j^{(y)})$.

U_j nabývá hodnot $0 \leq U_j \leq 1$

U ... vícerozměrný vektor či celková funkce užitku

Současně se předpokládá, že pro varianty záměru V_i a množinu indexů j lze stanovit všechny hodnoty $P_j^{(y)}$ a U_j , pro které platí vztah

$$U_j = f_j(P_j^{(y)}), \quad (1)$$

který vyjadřuje matematickou formu dílčí funkce užitku. Celková funkce užitku U je závislá na celkovém důsledku P a pro její konstrukci slouží dílčí funkce užitku U_i . Předpokladem je dodržení podmínek preferenční a užitkové nezávislosti ukazatelů kritérií $P_j^{(y)}$. Dále je předem stanovena podmínka, že pro celý soubor posuzovaných variant V_i je

$$w_i = \text{konstanta}. \quad (2)$$

Hodnota souhrnné funkce pro určitou variantu záměru je dána hodnotou mnohazměrného vektoru U_i podle vztahu

$$U_i = \sum_j U_j w_j^{(N)} \quad (3)$$

Uvedený tvar funkce (3) lze použít pouze v tom případě, že pro množinu w_j platí

$$0 \leq w_j^{(N)} \leq 1 \quad (4)$$

a současně

$$\sum_j w_j^{(N)} = 1 \quad (5)$$

Výraz $w_j^{(N)}$ vyjadřuje tzv. váhu normalizovanou a musí být splněno (5).

Hodnota U_i ze vztahu (3) pro variantu V_i ukazuje na celospolečenskou preferenci reálné varianty. „Skórování“ podle U_i umožňuje sestavení vzájemného pořadí pro objektivní rozhodování.

Výsledné pořadí variant je určeno sestupným pořadím podle hodnot vektoru U_i podle zásady VYŠŠÍ = LEPŠÍ.

[1] Říha, J.: *Vliv investic na životní prostředí (Teorie a metodologie EIA)*, ČVUT Praha, 1992

3. Posuzování impaktů na životní prostředí

3.1 Posuzování liniových staveb

Mezi liniové stavby, které jsou při své realizaci předmětem EIA, patří zejména hlavní dálnice, silnice pro motorová vozidla, silnice prvních tříd a hlavní železniční koridory – ať už výstavba nových nebo rekonstrukce při stávajícím umístění.

Posuzování vlivů na životní prostředí těchto staveb představuje zejména:

- popis a charakteristiku projektu
- požadavky na využití půdy během výstavby a ve fázi provozu
- popis hlavních pracovních procesů včetně kvantifikace využití přírody a stavebního materiálu
- odhad očekávaných zbytků materiálu a emisí (znečištění vody, vzduchu, půdy, hluk, vibrace, světlo, teplo, radiace), tak jak jsou v návrhu záměru
- ***nástin možných variant řešení záměru***
- popis aspektů, které mohou mít vliv na životní prostředí (populace, fauna a flora, půda, voda, vzduch, klimatické faktory, architektonické a archeologické dědictví) a jejich vzájemné vztahy
- popis pravděpodobných významných efektů záměru, které přinese existence projektu, použití přírodních zdrojů, emise znečišťujících látek, vznik jedovatých látek nebo látek nepřírodních a vznik odpadů (developer by měl popsat každé přímé a nepřímé efekty projektu, ať už krátkodobé, střednědobé nebo dlouhodobé, permanentní nebo dočasné, pozitivní či negativní)
- popis uvažovaných preventivních opatření, snížení nebo přesunutí významných efektů na životní prostředí
- netechnické zhodnocení

Posuzování vlivů na životní prostředí liniových staveb by mělo být zaměřeno na:

a) krajinu a využití území

- jakákoliv silnice nebo železnice by vždy měla být navržena tak, aby dosáhla souladu s krajinou, jíž prochází (např. připojení lineárních staveb k vrstevnicím, ke stávající vegetaci nebo minimalizace ztrát a ohrožení vodních zdrojů)
- využití specifických opatření, které by minimalizovali dopady cest v určitých oblastech (výstavba tunelů, využití přirozených valů ke skrytí cest, nasazení vegetace kolem i uvnitř cest, založení nových vodních zařízení, uplatnění příkopů, plotů, citlivý návrh a provedení konstrukcí (mostů), citlivý návrh a umístění značek, semaforů, atd.)

b) kvalitu ovzduší

- silniční i železniční doprava produkuje značné množství látek, které mají potencionální škodlivé účinky na obyvatelstvo, faunu a flóru a životní prostředí obecně. Doprava spojená s lineárními stavbami má vliv nejen na lokální kvalitu ovzduší, ale přispívá zejména díky emisím oxidu uhličitého ke globálnímu oteplování. Jako strategické řešení vedoucí ke zmírňování dopadů dopravy na liniových stavbách se jeví užívání kvalitních pohonných hmot a co nejúčinnějších spalovacích motorů. Dále potom využívání alternativních pohonných systémů
- minimalizovat dopady liniových staveb na kvalitu ovzduší lze také optimální orientací cest související s převládajícími větry, umístěním křižovatek, odboček atd. mimo citlivá území, vhodným řízením dopravy v blízkosti citlivých oblastí, vhodné umístění ventilačních šachet tunelů, využití vegetačního stínění, zabezpečení bezpečnosti provozu

c) hluk a vibrace

- hluk a vibrace z liniových staveb jsou dopady, které mohou způsobovat trvalé problémy. Mezi faktory, které mají vliv na úroveň hluku patří typ povrchu cesty, sklon, počet a velikost těžkých dopravních prostředků a rychlost a plynulost dopravy. Vibrace jsou dalším zdrojem problémů souvisejících s hlukem a mají vliv na budovy, konstrukce a také na obyvatelstvo samotné. Opatření ke zmírnění vibrací jsou podobné jako pro zmírnění hluku. Pozor však na to, že zemitý val ke snížení hluku může mít neočekávaně rušit vizuální dojem

- zmírnit dopady hluku a vibrací lze užitím vhodného povrchu cest, připojením cesty k vrstevnicím s maximálním využitím přirozeného prostředí, vedení cest mimo citlivá území, zajištění fyzických bariér a překážek (zemitých valů nebo akustických zástěn)

d) cestující: dopravní prostředky a chodce

- požadavky chodců (a často také cyklistů) bývají často v protikladu s požadavky řidičů, přestože mnoho chodců je zároveň řidiči. Proto by součástí návrhů liniových staveb mělo být zohlednění možného odloučení rychlostních komunikací od obytných zón, služeb, nemocnic, škol, atd.
- mezi zmírňující prostředky se dají zařadit speciální zařízení pro chodce pro mimoúrovňové křížení s cestami (nadchody, podchody), oddělené cesty pro cyklisty, zábrany mezi chodníky a cestami. Pozor však na to, aby řidiči měli stále dostatečný rozhled a celým městem např. nevedl pouze uzavřený koridor. Má to mimo jiné nepříznivý vliv na koncentraci při řízení.

e) ekologii (faunu a flóru)

- liniové stavby mají široké dopady na faunu a flóru jako jsou ztráta přirozeného prostředí a vlastní zábor půdy projektem, tvorba bariér, kdy cesty přerušují existující přirozené závislosti, usmrcení nebo zranění zvířat přecházejících cesty, pronikání do vodní bilance, rozrušení odvodňování, znečištění vody a ovzduší, nepříznivé rušení umělým osvětlením
- zmírňující opatření jsou být adresována přímo či nepřímo, měla by mít dlouhodobý charakter. Jako vhodné se jeví postavení cesty tak, aby nedocházelo k přímému záboru půdy nebo přirozeného prostředí, citlivé navržení položení vhodného drenážního systému pro minimalizaci změn bilance povrchové a podzemní vody, tunely nebo nadchody umožňující zvířatům migraci, zábrany, aby se zvířata nedostala na cestu, dostupná regenerace přírody nebo přemístění přirozeného prostředí
- značná péče musí být věnována specifickým rostlinám a živočichům, kteří jsou chráněni zákony a mezinárodními smlouvami, např. divokým ptákům. Jedná se o speciální oblasti uchování a ochrany území. Tato ochranná území mohou být průmyslově využita pouze není-li jiné vhodné řešení.

f) kvalitu vody a odvodnění

- voda je základem pro všechny formy života. Lineární stavby mohou ovlivnit vodní životní prostředí znečištěním z povrchových splašků, nehod a znečištěním podzemních vod
- environmentální dopady záměrů na kvalitu vod lze zmírnit jímáním splaškových vod do „rostlinných čistíren“, instalací šterku a pastí pro bahno, zajištěním jímání olejů, minimalizací změn hydrologických podmínek vhodným návrhem drenáže, návrhem akčních plánů při nehodách, kdy unikají škodlivé tekutiny

g) geologii a půdu

- liniové stavby jsou hlavní inženýrské práce, které souvisí s geologií a geologickým průzkumem. Výstavba cest často zahrnuje přídavné nakládání zemní skryvky, přináší místní poklesy a přispívá k hydrologickým změnám. Zemědělská půda bývá často ztracena i když by měla být přesunuta na jiné místo.
- zmírnění dopadů na půdu (zejména zemědělskou) závisí na detailní geologické přípravě při výstavbě cest, poklesy půd mohou být minimalizovány zlepšovacími technikami (cementací či stabilizací vápencem), stabilizací skal např. "sešroubováním", využitím kořenů nasazených rostlin, stromů, keřů ke zpevnění půdy

h) kulturní dědictví (archeologie a architektura)

- dopad lidské činnosti na krajinu během posledních několika tisíců let je enormní. Evidence kulturního dědictví sahá od doby kamenné až po moderní architekturu. Liniové stavby by měly počítat se všemi aspekty kulturního dědictví. Na přípravě projektů liniových staveb by tedy měli být zastoupeni všechny zainteresované strany (jak státní správa, tak akademická obec a občané)
- zmírnění dopadů v této oblasti zahrnuje výstavbu cest mimo artefakty zahrnuté do kulturního dědictví, citlivé navrhování struktury cest ke stavbám kulturního dědictví, zahrnutí a provize pro archeologický výzkum při navrhování projektů, aby byly včas rozpoznány a ochráněny předměty kulturního dědictví

i) ekonomické faktory

- jsou to na jedné straně výhody vyplývající z potenciální zaměstnanosti nebo snížení nákladů na cestování díky redukci potřebného času a na straně druhé náklady spojené

s aplikací veškerých zmírňujících opatření, jak jsou uvedeny výše. Tyto náklady jsou nutné k dosažení optimálně navrženému projektu

j) potíže během výstavby

- nejvyšší zatížení životního prostředí bývá zpravidla během výstavby liniových staveb, kdy se provádí všechny inženýrské práce související se záměrem. Proto musí být citlivě zváženy a posouzeny dopady všech činností a prací během výstavby a respektovány všechny environmentální kategorie
- zmírňující opatření činností při výstavbě liniových staveb se budou zpravidla týkat konkrétních prací, kdy je třeba posoudit nejvhodnější termín jejich provádění během dne či roční doby. Vhodně lze upravit pracovní dobu, prašnost, hluk atd.

[5] *Browning, G.R.J.: Environmental Assessment for Linear Routes (Roads and Railways), 1st Seminar on Environment and the Road Network, Estoril, Portugal, 1997*

3.2 Posuzování důlních projektů, záměrů

Posuzování důlních projektů zahrnující dobývání surovin a jeho metalurgické zpracování je hlavním rozvojovým odvětvím a přináší ekonomický růst v mnoha rozvinutých zemích. Produkty tohoto odvětví zahrnující rudné a nerudné suroviny, konstrukční materiály nebo i průmyslová hnojiva nepatří mezi jediné základní složky stavebních aktivit a mnoha průmyslových procesů, ale jsou často tvoří významnou složkou příjmů ze zahraničí. Bohužel, důlní činnosti jsou častými zdroji vysokého zatížení životního prostředí, které je rozšířeno podle rozsahu naleziště zásob dobývaných nerostných surovin.

Dopady (impakty) důlních činností začínají při průzkumných činnostech, pokračují přes dobývání a úpravu surovin a objevují se i po ukončení aktivit spojených s těžbou.

V porovnání s ostatními sektory jsou sociální a environmentální otázky související s důlními činnostmi velmi významné a je třeba se jimi zabývat komplexně. Fixní umístění oblasti dobývané nerostné suroviny ukládá omezení všech aspektů dobývání – dobývací metody, umístění důlního vybavení, požadavky na infrastrukturu, služby, vhodné odpadové hospodářství a metody zneškodňování odpadů. To samozřejmě ovlivňuje environmentální,

sociální a zdravotní dopady důlních činností a úzce souvisí s ekonomickou realizovatelností rozvoje a možnostmi dané lokality.

Environmentální aspekty důlních činností

Důlní činnosti se dají rozdělit buď na povrchové nebo podzemní. Mezi povrchové se dá zařadit otevření dolu, zahájení ražby, otevření lomu, odkrývka, bagrování nebo rýžování. Podzemní metody zahrnují bednění a dobývání, dobývání do zásoby, blokové dobývání, vysokostěnné dobývání atd.

Většina důlních operací, přičemž nezáleží jestli se jedná o podzemní nebo nadzemní dobývání, sdílí celou řadu společných aktivit, z nichž každá má potenciální nepříznivý dopad na životní prostředí, sociální a kulturní podmínky nebo na zdraví a bezpečnost důlních zaměstnanců či obcí v okolí dolu.

Tyto činnosti můžeme zařadit do následujících kategorií:

- průzkumné činnosti
- odstraňování nadloží a odpadní horniny
- úprava suroviny, organizace podniku na povrchu
- snižování množství, nakládání a zneškodňování odpadní horniny
- budování infrastruktury, přístupových cest, zásobování energií
- zázemí na staveništi a organizace obyvatelstva během dobývání
- programy po uzavření dolu, dekontaminace

Průzkumné činnosti

Tyto aktivity představují všechny práce v terénu, které předchází studiím proveditelnosti. Jsou to úvodní průzkumy elektromagnetického či geologického podloží, studie toku sedimentů, výstavba přístupových cest, čištění oblasti pro testovací vrty, instalace vrtacích zařízení, vybudování ubytovacích zázemí a elektrických generátorů pro průzkumné vrty.

Potenciální nepříznivé impakty každé z těchto aktivit se mohou projevit na kvalitě ovzduší, hydrologii a kvalitě vody, ekologii a biodiversitě, sociálních a kulturních podmínkách, lidském zdraví, přírodních zdrojích a infrastruktuře.

Dopady související s průzkumnými aktivitami mohou být lépe kontrolovány díky míře připravenosti řešeného území, přemístěním nebo přerušením dopravního přístupu, využitím helikoptéry pro vstup pracovníků atd.

Odstraňování nadloží a odpadní horniny

Nadložní a odpadní horniny neobsahují těženou surovinu a nacházejí se nad nebo mezi nalezištěm suroviny nebo obsahují pouze nevyužitelné množství těžené suroviny. Klíčové problémy určující rozsah a významnost environmentálních impaktů jsou:

- povrchový rozsah a mocnost výskytu suroviny
- množství materiálu, který bude odstraněn a efekt poškozené lokality na jiné návrhy
- podstatná toxicita odpadů
- pravděpodobnost výskytu kyselých průsaků ze zásobních hald a z hald odpadního materiálu a předepsané environmentální kontroly
- otázky bezpečnosti zdraví při odstřelech, poruchách výztuží stěn šachet a štol, hluku a vozové přepravě
- geotechnická vhodnost materiálu a jeho udržitelnost pro speciální a ostatní práce (tvorba krajiny, opravy vozovek, jílová vrstva pro plochy určené k odstraňování nebo usazovací rybníky
- management obsahu, kontroly a odstraňování drenážních splašků z likvidace nadloží nebo povrchového dobývání

Potenciální environmentální impakty těchto aktivit se projevují v kvalitě povrchové vody nebo hydrologie, ztracené přírodní plochy, přemísťování, ztrátě kulturního dědictví nebo ztráty zemědělské půdy a lesů.

Úprava suroviny, organizace podniku na “povrchu“

V závislosti na druhu dolu může úprava suroviny zahrnovat buď její soustředění pro další zpracování (zejména rudy) nebo připraven pro prodej (zejména nerudné suroviny).

Následuje metalurgická úprava a rafinace. V případě rudných surovin úprava sestává z rozdělování a mletí, dále potom z gravitační a magnetické separace nebo flotace. Následuje oddělení vody, filtrace. Výstupy tohoto procesu jsou rudné koncentráty a odpady ve formě zbytků (mohou obsahovat procesní chemikálie, těžké kovy) a prachových emisí.

Metalurgická úprava obvykle zahrnuje oddělení samotného kovu od rudné suroviny pomocí phytometalurgických, hydrometalurgických nebo elektrometalurgických metod odděleně nebo jejich kombinací. Phytometalurgické procesy jako pražení nebo tavení mají za následek atmosférické emise (oxidy síry a těžké kovy) a kaly obsahující těžké kovy. Hydrometalurgické metody obvykle produkují znečišťující látky ve stavu kapalném, a ty které nejsou recyklovány jsou vyloučeny do usazovacích nádrží, tzv. lagun. Větrná eroze suchých zbytků této metody může vést k nekontrolovatelnému atmosférickému znečištění. Některé chemikálie užívané při úpravě rudných surovin (kyanid, olovo a silné kyseliny) jsou potenciálně nebezpečné a proto je nutná opatrnost při jejich skladování, užití, manipulaci a likvidaci ve vztahu ke zdraví a bezpečnosti při práci a ve vztahu k životnímu prostředí.

Snížování množství, nakládání a likvidace odpadní horniny

Management nakládání s odpadní horninou je jedním z nejvýznamnějších environmentálních aspektů při důlních činnostech. Chybné organizování těchto činností může mít vážné nepříznivé důsledky a mělo by být pod drobnohledem mezinárodních tlaků.

Mezi kritické uvažované otázky ohodnocení alternativních forem likvidací odpadní horniny patří:

- geochemická charakteristika oblasti, na které bude likvidace probíhat a řešení potenciálních výluhů z odpadní horniny
- seismická oblast nebo další přírodní nebezpečí a rizika, která by mohli ovlivnit udržitelnost potenciální rekultivace oblasti, zpracování inženýrského návrhu lokality
- další otázky související s umístěním likvidační lokality jako jsou konflikty s ekologickými oblastmi, kulturním dědictvím, zemědělstvím atd.
- chemická charakteristika půdy, voda v nádržích a tekoucí a požadavky na nakládání s nimi. Vodní režim a požadavky na vypouštění odpadních vod (pokud nějaká je) a stupeň požadavků na nakládání
- základní environmentální politika a metodika

Možnosti likvidace odpadních hornin představuje ukládání do starých důlních děl, přehradních nádrží, konstrukcí záchytných vodních děl v relativně plochých oblastech a vypouštění do jezer, řek a moří. Poslední možnosti likvidace přicházejí do úvahy pouze není-li jiné řešení. Příklady jsou např. některé projekty s uranem v Severní Kanadě, kdy se díky dlouhotrvajícím mrazům likvidují uranové složky uložením na dno jezera nebo zlatý důl Lihir v Papua Nové Guinei navrhuje hlubokomořskou likvidaci díky fyzikálním ostrovním podmínkám.

Budování infrastruktury, přístupových cest, zásobování energií

Tahle položka je zaměřena na vybudování výhodného přístupu k budoucímu dolu, k důlním operacím a přílehlým zařízením – ubytování zaměstnanců, zajištění energie (během výstavby a provozu) a pro export budoucích produktů. Dále je třeba počítat s manipulačními pracemi v oblasti dolu (pro dopravníky, železnici, výtahy, potrubí pro dopravu suroviny a hlušiny) a výstavbou železniční vlečky nebo přístavních vybavení.

Environmentální, sociální a zdravotní dopady těchto pomocných aktivit mohou být také velmi významné a ovlivňují je faktory jako:

- blízkost dolu, aby byla zajištěna udržitelnost infrastruktury a energetických zdrojů
- počet potřebných pracovních sil při výstavbě a provozu
- blízkost dolu k ochranným oblastem: ochranná pásma, přírodní stanoviště
- zdroje pitné a užitkové vody, existující komunikace a využití území dotčených obyvatel
- blízkost zdroje nebezpečných chorob pro pracovníky dolu od místních komunit

Zázemí na staveništi a organizování obyvatelstva během dobývání

Poptávka po pracovních silách při operacích důlního průmyslu často přesahuje lokální zdroje, čímž se vytváří potřeba “importovat” požadované dovednosti. Dopady náboru a zajišťování nutné infrastruktury pro velké množství migrujících pracovních sil může samozřejmě reprezentovat významné impakty důlních projektů.

V oblastech, kde dostupnost přírodních zdrojů nebo jiných environmentálních faktorů významně nutí obyvatelstvo k usazování na daném místě, potom může vysoký příliv pracovníků rapidně degradovat přírodní zdroje. Příklad: důlní společenství přispívá k degradaci lesů (včetně ochranných pásem), kontaminaci a snižování zásob vody, lokální

vyhlazení divokého života, obchodu s ohroženými druhy a přenos nakažlivých chorob včetně pohlavních.

Programy po uzavření dolu, dekontaminace

Po určité době se buď vyčerpá zásoba těžené suroviny nebo se těžba stane nerentabilní a uzavření dolu se stane nevyhnutelným. V minulosti bylo spoustu dolů opuštěno bez jakýchkoliv pokusů o rekultivaci. Principiálně mohou být oblasti nebo zdroje zasažené důlní činností vráceny do bezpečných a produktivních podmínek díky rekultivacím. Ty zahrnují nebo nezahrnují návrat oblasti do podmínek před důlní činností. Rekultivace by však neměla nastat až po ukončení těžby, ale měla by jednou z důlních operací.

Rekultivační techniky zahrnují: opětovné začlenění oblasti do životního prostředí, obnovení výškového členění a osazení degradovaného povrchu vhodnou vegetací. Činnosti zahrnují vytvoření fyzických či vegetačních bariér pro vzniklé toxické nebo kyselé odpady, aby předcházeli erozi či únikům do hydrologického systému. Součástí je samozřejmě “hydrologický“ management pro dlouhé časové období zajišťující měření situace. Otázky k úvaze při přípravě rekultivačního projektu jsou zaměřeny na:

- nestálost svahového a povrchového materiálu
- bezpečnostní otázky vztahující se k otevřené šachtě, štol, poklesům, toxickému nebo radiačnímu nebezpečí
- fyzikální charakteristika, důležité živiny, základní toxicita odpadní horniny a hlušiny, která může být osazena vegetací
- potenciální kyselé úniky z opuštěných šachet a štol, z hald odpadní horniny (jako následek oxidace síry obsažené v hornině nebo odpadu)
- náklady na doprovodnou a následnou rekultivaci

Socioekonomické aspekty uzavírání provozu jsou významné zejména tehdy, pokud na provozu dolu závisí ekonomické přežití velké populace. S tím souvisí také doprovodné služby – zásobování dolu vodou, kanalizací, elektřinou či zdravotní péčí. Také tyto aspekty by měly být zahrnuty při kalkulaci nákladů na rekultivační práce.

Malo-kapacitní a řemeslné dobývání

Většina aktivit a s nimi spojené impakty popsané výše souvisejí s průmyslovým dobýváním. Přesto je v některých zemích jako např. v Brazílii či Filipínách stejně důležité malo-kapacitní dobývání a mnohde dokonce tomuto sektoru dominují. V Tanzánii je v průmyslovém dobývání zaměstnáno asi 3 000 lidí zatímco malo-kapacitnímu dobývání se za použití řemeslných technik věnuje více než 100 000 lidí. Tyto techniky zpravidla představují primitivní metody získávání suroviny a její zpracování. Opatření k ochraně zdraví a bezpečnosti pracovníků a životního prostředí jsou obecně velmi povrchní či vůbec neexistují.

V případě, že se tyto aktivity provádí bez řádné registrace nebo legálních práv pracovníků, jedná se o nezákonné neformální dobývání.

[14] (*Environmental Assessment Sourcebook Update, Environment Department, The World Bank, February 1997*)

3.3 Posuzování projektů zásobování vodou

Při posuzování projektů (záměrů), které se týkají zásobování vodou, se nejčastěji řeší níže uvedené otázky a kritéria:

1) kritéria související s umístěním projektu:

- hustota osídlení (množství populace),
- vysoké zatížení rozvojovými aktivitami,
- v sousedství nebo uvnitř environmentálně senzitivních oblastí,
- oblast kulturního dědictví,
- chráněná území,
- mokřady,
- citlivá území ústí řek,
- nárazové, tlumící zóny senzitivních oblastí,
- speciální zóny chráněné biodiversity,
- zátoky.

2) potenciální dopady na životní prostředí (co by mohl projekt způsobit)

- znečištění základních vodních zdrojů díky vtoku odpadních vod pocházejících z obcí, průmyslu, zemědělství a půdních erozí,
- zhoršení stavu historických a kulturních staveb a oblastí, jejich poškození či úplná ztráta,
- nebezpečí poklesu povrchu díky nadměrnému čerpání podzemních zdrojů vody,
- sociální konflikty vycházející z přesídlení obcí,
- konflikty s odváděním základních zdrojů vody pro zásobování s dalším prospěšnějším využitím vody na povrchu a pod zemí,
- neuspokojivé zásobování základními zdroji vody (překročení patogenních látek a nevyhovující skladba minerálů),
- dodávky nebezpečné vody do distribučního systému,
- neadekvátní ochrana jímání a prameniště vedoucí ke znečištění dodávek vody,
- nadměrné čerpání vody vedoucí k zasolení či poklesu nadloží,
- nadměrný růst řas v zásobních tancích,
- vzrůstající produkce odpadních vod nad rámec technického vybavení obcí,
- nedostatečná likvidace odpadních vod v čistírnách,
- nedostatečné tlumicí zóny u čerpacích a zpracovávajících zařízení k omezení hluku a další možné obtíže, ochrana vybavení,
- poškození vycházející z přenosných potrubí a přístupových cest,
- zdravotní nebezpečí vycházející z nesprávného návrhu vybavení pro dodávky, skladování a manipulaci s chlorem a dalšími nebezpečnými chemikáliemi,
- zdravotní a bezpečnostní rizika spojená s managementem používání chloru pro desinfekci a dalšími kontaminanty,
- přemístění nebo nedobrovolné přestěhování obyvatel,
- sociální konflikty mezi pracovníky cizími a místními,
- hluk a prach při výstavbě,
- vzrůstající silniční doprava vztahující se ke specifikům stavby,
- půdní eroze a prašnost vycházející ze stavebních prací,
- dodávky nebezpečné vody vycházející ze špatné organizace zpracovatelského procesu (zejména akumulace bahna ve filtrech) a neadekvátní chlorizace díky nízkému monitoringu zbytkového chloru v distribučním systému,

- dodávky vody do distribučního systému, která je znečištěna korozí nevhodných materiálů či použitím chemikálií, které korozi způsobují,
- náhodný vývin chlorového plynu,
- nadměrné čerpání vody, které omezí uživatele níže “po proudu”,
- konkurenční využívání vody,
- zvýšené množství odpadních vod díky vyššímu čerpání vody základní
- vzrůstající množství usazenin (z odpadních vod z vaření, praní) a kalu z čistíren odpadních vod

3.4 Posuzování projektů zemědělského průmyslu

Při posuzování projektů (záměrů), které se týkají zemědělství, se nejčastěji řeší níže uvedené otázky a kritéria:

1) kritéria související s umístěním projektu:

- nachází se projekt (záměr) v sousedství nebo uvnitř následujících citlivých oblastí: oblast kulturního dědictví, ochranná pásma, mokřady, ústí vodních toků, “narázové” zóny ochranných pásem, speciální oblasti ochrany biodiversity, zátoky

2) potenciální dopady na životní prostředí (co by mohl projekt způsobit)

- ekologické narušení území vycházející z výstavby podnikového komplexu nebo dalších vybavení v blízkosti nebo uvnitř citlivých lokalit,
- možná degradace kvality vodního systému vzhledem k likvidaci odpadů a dalších výstupů ze zamýšleného podnikového komplexu a dalších vybavení,
- hrozí vážné poškození půdy a podzemní vody,
- zhoršení situace v oblasti produkce odpadů v oblasti,
- rizika ohrožení zdraví díky zvýšené produkci odpadů, snížení kvality ovzduší, hluku a vznik zápachu ze zamýšleného podnikového komplexu,
- krátkodobé impakty při výstavbě (půdní eroze, zhoršení kvality vody a ovzduší, vibrace ze stavebních strojů),
- přesun nebo nedobrovolné přesídlení obyvatel,
- sociální konflikty vznikající díky přílivu cizích pracovních sil na staveniště,
- environmentální degradace (eroze, kontaminace vody a půdy, ztráta úrodnosti půdy, narušení lokalit divoké přírody) z intenzivnějšího využívání zemědělské půdy pro

zásobování podnikových operací základními surovinami, změna přirozené druhové rozmanitosti jako důsledek při pěstování monokulturních plodin,

- odpadní vody z likvidace tekutých odpadů,
- znečištění ovzduší z různých podnikových operací,
- emise plynů a zápachu do ovzduší ze zpracovatelských procesů,
- náhodné uvolňování potenciálně nebezpečných rozpouštědel, kyselých a zásaditých materiálů,
- nekontrolovatelná migrace do lesů díky nově otevřeným cestám, přetížená sociální infrastruktura,
- zdravotní rizika z povolání díky polétavému prachu, přepravě materiálu, hluku a dalších zpracovatelských operací,
- narušení tranzitních zákonitostí, vznik hluku a přetížení cest, ohrožení chodců díky těžké dopravě,
- přenos chorob díky zvýšenému množství odpadů

3.5 Posuzování projektů (záměrů) letišť

Při posuzování projektů (záměrů), které se týkají výstavby, modernizace nebo rozšiřování letišť, se nejčastěji řeší níže uvedené environmentální otázky a kritéria:

1) kritéria související s umístěním projektu:

- nachází se projekt (záměr) v sousedství nebo uvnitř následujících citlivých oblastí: oblast kulturního dědictví, ochranná pásma, mokřady, ústí vodních toků, “narázové” zóny ochranných pásem, speciální oblasti ochrany biodiversity, zátoky

2) potenciální dopady na životní prostředí (co by mohl projekt způsobit)

- narušení vzácných ekosystémů díky ztrátě nebo zničení územních nebo vodohospodářských lokalit (mokřadů či citlivých území ekologické stability),
- narušení historických a kulturních památek nebo oblastí,
- snížení hodnoty půdy v oblasti díky zatížení hlukem a dalšími obtížemi jako jsou dopravní zácpy a degradace environmentální estetiky,
- přemístění nebo nadměrné stěhování obyvatel,
- rušení hlukem a vibracemi,

- krátkodobé ekologické narušení jako je půdní eroze, zhoršení kvality vody (povrchové, podzemní), znečištění ovzduší, hluk a vibrace z technických zařízení na staveništi,
- sociální konflikty mezi lokálními a dojíždějícími pracovníky,
- vytvoření provizorního bydlení při výstavbě letiště,
- nebezpečné přenosné choroby,
- náhodné poruchy technického vybavení (risk management),
- rušení hlukem a vibracemi,
- přetížení dopravy při vstupu a na výstupu z areálu letiště,
- dočasné snížení kvality ovzduší při výkopových nebo podobných pracích,
- hluk a vibrace při startu a přistávání letadel,
- nebezpečí při dopravě na silnicích díky blízkosti startování a přistávání letadel

3.6 Posuzování záměrů (projektů) územního rozvoje (urban development)

Při posuzování projektů (záměrů), které se zabývají územním rozvojem, se nejčastěji řeší tyto obecné, níže uvedené environmentální otázky a kritéria:

1) kritéria související s umístěním projektu:

- hustota osídlení řešené oblasti,
- vysoké množství dalších aktivit rozvoje území,
- blízkost či sousedství environmentálně citlivého území, umístění uprostřed citlivého území (oblasti kulturního dědictví, ochranná pásma, mokřady, ústí toků, nárazové zóny ochranných pásem, speciální zóny ochrany biodiversity, zátoky

2) potenciální dopady na životní prostředí (co by mohl projekt způsobit)

- impakty na udržitelnost stávajících dotčených hygienických zařízení (kanalizace, systémy likvidace odpadů) a jejich interakce s dalšími urbanistickými projekty,
- zhoršení povrchových environmentálních podmínek díky zvýšení nárůstu počtu obyvatel, komerčním a průmyslovým aktivitám a zvýšenou produkcí odpadů až do stavu, kdy nejsou schopny pracovat přetížené antropogenní i přírodní systémy,
- snížení kvality půdy a ekosystémů (tj. ztráta mokřadů a původní přírody, navazující povodí, lesů, atd.),
- přemístění a nedobrovolné přestěhování obyvatel,
- degradace kulturního majetku, ztráta kulturního dědictví a výnosů turistického ruchu,

- obsazování nízko položených oblastí a povodňových oblastí a příkrých svahů farmáři (chovateli ovcí, atd.) nebo malo-ziskovými skupinami a jejich vystavení se zvýšeným zdravotním rizikům plynoucím z průmyslového znečištění,
- problémy se zdroji vody (tj. vyčerpání či degradace zásob vody, poškození kvality povrchové a podzemní vody, znečištění odpadními vodami),
- znečištění ovzduší z urbanistických emisí,
- sociální konflikty mezi místními a cizími pracovníky,
- blokování cest a dočasné záplavy způsobené výkopovými pracemi za deštivého počasí,
- hluk a prach způsobené stavebními pracemi,
- narušení místní dopravy díky přepravě konstrukčních materiálů a odpadů,
- dočasné odtoky bahna při výstavbě,
- rizika veřejného zdraví díky vzniklým okolním podmínkám, znečištění domácností a pracovišť, teplotní inverze a smogové situace,
- vyčerpání a degradace vodních zásob,
- nadměrné čerpání a s tím spojené platby za podzemní vody vedoucí k poklesu povrchu, snížení hladiny povrchové vody a zhoršení hygienických podmínek,
- kontaminace povrchových a podzemních vod nadměrnou likvidací odpadů,
- znečištění plynoucí z odpadních (přijatých, cizorodých) vod, což může vést ke ztrátě rekreačních funkcí území, rybářských oblastí nebo ke vzniku zdravotních problémů

3.7 Posuzování záměrů (projektů) pro nakládání s odpadními vodami

Při posuzování projektů (záměrů), které jsou koncipovány pro nakládání s odpadními vodami, se nejčastěji řeší tyto obecné, níže uvedené environmentální otázky a kritéria:

1) kritéria související s umístěním projektu:

- hustota populace, vysoké zatížení rozvojovými aktivitami,
- projekt (záměr) se nachází v sousedství nebo uvnitř citlivých oblastí (oblast kulturního dědictví, ochranná pásma, mokřady, ústí vodních toků, nárazové zóny ochranných pásem, speciální oblasti ochrany biodiversity, zátoky

2) potenciální dopady na životní prostředí (co by mohl projekt způsobit)

- zhoršení stavu historických nebo kulturních monumentů a oblastí, ztráta nebo zničení těchto oblastí,

- vztah mezi dalšími obslužnými provozy, blokování přístupových cest k budovám, nepříjemnosti se sousedními oblastmi díky vzniklému hluku, zápachu nebo zvýšenému výskytu hmyzu a hlodavců,
- přemístění nebo násilné přesídlení obyvatel,
- zhoršení stavu vod “po proudu” od řešeného území díky neadekvátnímu čištění odpadních vod nebo díky vypouštění a nečištění odpadních vod,
- záplavy a potopy sousedních majetků díky nízké úrovni čištění odpadních vod,
- environmentální znečišťování díky neadekvátní likvidaci kalů nebo nelegálnímu vypouštění průmyslových odpadů do kanalizační sítě,
- hluk a vibrace způsobené trhačemi nebo jinými stavebními pracemi,
- vypuštění nebezpečných materiálů do kanalizační sítě, což může vést ke zničení kanalizačního systému nebo ohrožení pracovníků,
- neadekvátní “nárazové” zóny v okolí čerpacích a zpracovatelských stanic ke zmírnění hluku a dalších možných obtíží a nízká ochrana technického vybavení,
- sociální konflikty mezi místními a cizími zaměstnanci,
- blokování cest a dočasné záplavy díky výkopovým pracím během dešťů,
- hluk a prach ze stavebních prací,
- narušení dopravy díky přepravě stavebního materiálu a odpadů,
- dočasné zablácení cest při výstavbě,
- nebezpečí pro veřejné zdraví díky nadměrným záplavám a znečištění podzemních vod způsobených poruchami systému nakládání s odpadními vodami,
- zhoršení kvality vody díky neadekvátní likvidaci odpadního kalu nebo přímo vypouštění nečištěných odpadních vod,
- kontaminace nadzemní a podzemní vody díky povrchové likvidaci kalu (do půdy),
- zdravotní a bezpečnostní rizika pro pracovníky způsobené toxickými plyny a nebezpečnými materiály, které mohou vtékat z odpadními vodami, nárůst patogenních látek v odpadních vodách a čistírenském kalu

3.8 Posuzování projektů (záměrů) managementu tuhých odpadů

Při posuzování projektů (záměrů), které řeší organizaci či řízení (management) tuhých odpadů, se nejčastěji řeší tyto obecné, níže uvedené environmentální otázky a kritéria:

1) kritéria související s umístěním projektu:

- jako u všech podobných záměrů je důležitá hustota populace a případné množství dalších rozvojových aktivit,
- umístění záměru uvnitř nebo v sousedství citlivých oblastí jako jsou: oblasti kulturního dědictví, ochranná pásma, mokřady, ústí vodních toků, nárazové zóny ochranných pásem, speciální oblasti zvýšené ochrany druhové rozmanitosti, zátoky

2) potenciální dopady na životní prostředí (co by mohl projekt způsobit)

- impakty spojené s přepravou odpadů do místa likvidace a s technickým vybavením k likvidaci sloužícímu,
- možnosti poškození historických a kulturních staveb nebo oblastí a jejich možná ztráta či úplné zničení,
- snížení estetických hodnot až po úplnou ztrátu majetků,
- nepříjemnosti pro sousední oblasti vyplývající ze zvýšeného výskytu zápachu, hlodavců či hmyzu,
- přemístění nebo nedobrovolné přestěhování obyvatel,
- ohrožení veřejného zdraví způsobeného zápachem, kouřem ze spalování nebo přenosem nakažlivých nemocí mouchami, hmyzem, ptáky a krysami,
- obecné snížení kvality vody v oblasti jako následek kontaminace vnášenými výluhovými vodami ze skládkového systému,
- kontaminace podzemních nebo povrchových vod výluhy z tělesa skládky,
- konflikty při využití půdy, území pro účely nakládání s tuhými odpady,
- znečištění povrchové a podzemní vody výluhy pocházejícími ze sanitárních oblastí skládky, díky produkci skládkového plynu, který vzniká při anaerobním vyhnívání odpadů a do vody se může dostat prasklinami v půdním těsnění nebo trhlinami drenážního systému skládky,
- neadekvátní nárazové zóny v okolí skládkového tělesa ke zmírnění nepříjemností,
- možné sociální konflikty mezi místními a cizími pracovníky (ať už při výstavbě nebo samotném provozu skládkového tělesa),
- blokování cest a zvýšená doprava při budování technického vybavení skládky,
- hluk a prach při stavebních pracích,
- dočasné zvýšení blátivosti na přístupových komunikacích stavenišť,
- ohrožení veřejného zdraví díky špatnému řízení skládky, což může způsobit neadekvátní institucionální a finanční zabezpečení operací managementu skládky,

- emise potenciálně toxických těkavých organických látek v oblasti likvidace odpadů,
- možné znečištění povrchových a podzemních vod díky výluhům nebo tvorbě skládkového plynu, které při provozu skládky mohou migrovat,
- ztráta hluboce zakořeněné vegetace, keřů díky vývinu metanu,
- možná exploze toxických látek způsobená skládkovým plynem akumulovaném v obslužných budovách,
- kontaminace ovzduší ze spaloven tuhých odpadů,
- ohrožení veřejného zdraví způsobené zápachem, kouřem ze spalování a přenosem nakažlivých chorob mouchami, hmyzem, ptáky nebo krysami,
- zdravotní a bezpečnostní rizika pro pracovníky skládky plynoucí z jedovatého plynu a nebezpečnými materiály uloženými na skládce

3.9 Posuzování projektů (záměrů) chemického průmyslu nebo založeném na využívání chemikálií

Při posuzování projektů (záměrů), které jsou založeny na využívání produktů chemického průmyslu, se nejčastěji řeší tyto obecné, níže uvedené environmentální otázky a kritéria:

1) kritéria související s umístěním projektu:

- umístění projektu chemického průmyslu se volí citlivěji než u jiných záměrů, důraz je kladen zejména na oblasti kulturního dědictví, ochranná pásma, mokřady, ústí vodních toků, nárazové zóny ochranných pásem, speciální oblasti ochrany biodiversity,

2) potenciální dopady na životní prostředí (co by mohl projekt způsobit)

- poškození kulturních a historických staveb, oblastí, jejich ztráta nebo zničení,
- vztah s dalšími utilitami, blokování přístupových cest k budovám, obtěžující oblasti způsobené nárůstem hluku či zápachu,
- přemístění nebo násilné přestěhování obyvatel,
- znečištění ovzduší způsobené emisemi uhlovodíků ze zpracovatelských zařízení, nehodami, neadekvátním vybavením údržby, špatným plánováním procesů,
- sociální konflikty mezi místními a dojíždějícími pracovníky,
- hluk a prach ze stavebních prací,

- znečištění ovzduší vycházející z emisí výrobních procesů, nehod a špatného vybavení údržby,
- znečištění vody a vodních ekosystémů způsobené produkcí odpadů, pomocnými (obslužnými) pracemi, splaškovými vodami a různorodými chorobami,
- znečištění půdy a podzemní vody pevnými odpady způsobené kaly z odpadních vod, restauračními a jídelními odpady, popelem nebo zbytky ze spalování,
- ohrožení veřejného zdraví a bezpečnosti díky možnému znečištění ovzduší a kontaminací podzemních vod

3.10 Posuzování projektů (záměrů) hydroelektráren

Při posuzování projektů (záměrů) budoucích hydroelektráren, se nejčastěji řeší tyto obecné, níže uvedené environmentální otázky a kritéria:

1) kritéria související s umístěním projektu:

- bude se projekt nacházet uprostřed nebo v sousedství následujících environmentálně citlivých oblastí: oblast kulturního dědictví, ochranná pásma, mokřady, ústí vodních toků, nárazové oblasti ochranných pásem, speciální oblasti ochrany biodiversity

2) potenciální dopady na životní prostředí (co by mohl projekt způsobit)

- ztráta vzácných ekologických hodnot díky zatopení zemědělských oblastí a lesů, divokých (přírozených) oblastí a divoké přírody, zničení míst rybích chovů a míst jejich přirozeného výtěru, rybničních sádek, přerušení rybích migračních cest,
- ztráta archeologických, kulturních historických monumentů,
- přemístění nebo násilné přestěhování obyvatel,
- narušení/zničení domorodého obyvatelstva, původních osadníků,
- environmentální degradace díky zvýšenému tlaku na využití půdy,
- konflikty s “právy“ na čerpání zásob vody a s tím spojené sociální konflikty,
- snížená produkce chytání ryb díky pomoření části řeky do přehrady, zaplavení kanálů a z toho plynoucí ztráty rybích sádek a třecích území,
- rozšíření vodního plevelu v rezervoárech a ve vodě po proudu při vypouštění přehrady, v závlahovém systému, plavebních kanálech a v lovištích ryb a ztráty vody způsobené vypařováním z hladiny přehrady,
- čištěním řečiště pod přehradou,

- nárůst výskytu nemocí pocházejících z vodního prostředí,
- snížení množství rozpuštěného kyslíku, který spotřebuje rozkládající se rostlinný materiál, zvýšená úmrtnost ryb díky sníženému množství kyslíku ve vodě, vodní květ způsobující následnou dočasnou eutrofizaci, růst a rozšíření vodního plevelu,
- zhoršení kvality vody v reservoáru,
- úpadek nebo změna v rybaření po proudu pod přehradou díky snížení maximálních přítoků a povodní a možné změny v kvalitě vody pod přehradou,
- ztráta migrujících rybích druhů díky překážce vytvořené přehradou,
- vytváření zásob sedimentů při vtoku do reservoáru, tvorba efektu vracející se vody, záplav nebo podmáčení proti proudu toku,
- usazování materiálu v reservoáru a snížení jeho kapacity,
- změny v kvalitě vody způsobené vypařováním reservoáru, snížení teplot během nižších period vypouštění, nánosy bahna v silných proudech, snížení rozpuštěného kyslíku, vysoká úroveň železa a manganu,
- zasolování povodňových oblastí a vnikání slané vody do ústí nebo proti proudu,
- ubývání zemědělských záplavových oblastí,
- objevení nebo nárůst dopadů chorob, které se vytvářejí ve vodě nebo vodu potřebují,
- environmentální problémy způsobené nadměrnou migrací lidí do oblasti přehrady nebo problémy díky nepřipraveným přístupovým cestám, dálkovému elektrickému vedení

4. Praktická aplikace metody TUKP v procesu EIA

Při aplikaci formalizované metody TUKP v procesu posuzování variant záměrů EIA nebo SEA se postupuje v několika krocích, které se dají zjednodušeně popsat jako:

- sestavení tabulky vstupních údajů pro soubor posuzovaných variant V_i ,
- vyčíslení hodnot ukazatelů kritérií P_j , čímž se vytvoří katalog kritérií a ukazatelů (referenční katalog ve tvaru maticové tabulky),
- substituce veličin $x_j \Rightarrow P_j$ a $f_j(x_j) \Rightarrow U_j$,
- stanovení normalizované váhy kritéria w_j ,
- výpočet celkové funkce užítu U_i , stanovení preferenčního pořadí variant.

Formalizovaná metoda TUKP umožňuje při své aplikaci využívat jak transformační funkce z elementárního katalogu kritérií (ten je předmětným vymezením této disertační práce rozšířen o funkce nové, čímž nabývá na aktuálnosti), tak podle potřeb projektu vytvoření transformačních funkcí “na míru“. Rovněž stanovení normalizované váhy kritéria je možno aplikovat přesně podle potřeb projektu. Metody stanovení a výpočtu váhy kritéria jsou popsány dále.

4.1 Normalizovaná váha kritéria (určování relativní důležitosti ukazatelů)

V souboru ukazatelů kritérií nemají všechny prvky množiny P_j stejný relativní význam ve vztahu ke konkrétnímu posuzovanému problému. Tento relativní, vzájemně poměrný význam – důležitost, se vzájemně označuje jako **váha kritéria** w_j . Tato váha poskytuje informaci o relativní společenské důležitosti (vlivu) jednotlivých ukazatelů kritérií v rámci dané množiny P_1, P_2, \dots, P_n . Pro její určení existuje řada metod z oblasti rozhodovací analýzy. Ve vztahu k problematice posuzování EIA a SEA se využívá zejména těchto pět metod:

- pořadí,
- alokační,
- známkovací,
- částečného a úplného párového porovnávání,
- týmového expertního oceňování.

První čtyři metody lze aplikovat individuálně nebo v kolektivu expertů.

Při posuzování variant záměrů, které tvoří vlastní vstupní hodnoty celého rozhodovacího procesu, jde při určování relativní důležitosti kritérií zejména o to, přetransformovat čistě kvalitativní uspořádání důležitosti parametrů na uspořádání kvantitativní. V některých případech posuzování variant záměru (např. při variantách, kdy je zachována stejná technologie a liší se jen objem produkce) lze přiřadit všem kritériím stejnou váhu podle vztahu $w_j^{(N)} = 1/n$, kde n je počet kritérií. Souhrnná hodnota w_j musí být vždy rovna 1.

Právě tento krok určování váhy kritérií v procesu posuzování variant záměru metodou TUKP je ovlivněn názory expertních posuzovatelů. Po určení relativní důležitosti kritérií je již vyloučen subjektivní názor, který může negativně ovlivnit výběr nejvhodnější varianty a na řadu přichází aplikace transformačních funkcí užítu.

Metoda pořadí

Seřazení parametrů (ranging) podle vzájemné relativní důležitosti se označuje jako jejich hierarchizace. Při procesu uspořádání musí expert každému parametru přiřadit číslo podle principu pořadí 1 – nejlepší až N – nejhorší. Čísla stupnice pořadí se musí shodovat s čísly (počtem) parametrů n , tj. $N = n$.

V určitých případech však expert přiřadí stejné pořadí (preferenci) většímu počtu ukazatelů, takže $N < n$. V takové situaci je nezbytné přistupovat ke stanovení tzv. standardizovaného pořadí (unifikovaného, typizovaného), což ukazuje následující příklad.

Expert udělil ukazatelům P_1, P_2, \dots, P_6 tři různá pořadí x_j , tj.

Ukazatel P_j	1	2	3	4	5	6
Pořadí x_j	1	2	3	3	2	3

Z tabulky vyplývá, že veličiny P_2 a P_5 se dělí společně o 2. a 3. místo, takže standardizované pořadí je $x_j = \frac{1}{2} (2+3) = 2,5$. Podobně pro P_3, P_4 a P_6 , které se společně dělí o 4., 5. a 6. místo se připiše standardizované pořadí $x_j = \frac{1}{3} (4+5+6) = 5$. Získá se tak konečné pořadí

Ukazatel P_j	1	2	3	4	5	6
Pořadí x_j	1	2,5	5	5	2,5	5

Úhrn všech standardizovaných pořadí při uspořádání n ukazatelů je

$$\sum_{j=1}^n x_j^{(s)} = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Jestliže úlohu řeší více expertů E_k pro $k = 1, 2, \dots, s$, potom úhrn pořadí které obdrží parametr P_j od všech expertů, je

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^s x_{jk}.$$

Ukazatel s nejnižším součtem čísel má nejvyšší – první pořadí a naopak.

Přesnost a spolehlivost metody závisí na množství ukazatelů. Obecně se doporučuje $n_{\max} < 20$ a $n_{\text{opt}} < 10$.

Metoda pořadí umožňuje stanovit váhy parametrů w_j transformací pořadových čísel na příslušný počet bodů (značek), např. v rozpětí od 0 do 10, nebo od -5 do +5 apod. Například pro stupnici od 0 do 100 bodů je vzájemný vztah preferencí x_j a váhy w_j pro $n = 11$ takový

J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
x_j	7	8	3	2	9	1	5	4	6	11	10
w_j	40	30	80	90	20	100	60	70	50	0	10

tzn. 1. pořadí odpovídá nejvyššímu počtu bodů, dalším pořadím postupně méně. Nejméně důležitý parametr dostává číslo 0.

Pro přehlednost a zachování aditivnosti úlohy je účelné pracovat s normovanými váhami (unitized weighting value), které se stanoví podle vztahu

$$w_j^{(N)} = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j}, \quad (12)$$

$$\text{kde} \quad \sum_{j=1}^n w_j^{(N)} = 1. \quad (13)$$

Normování obecně umožňuje názorně posoudit těsnost vztahu (odchylku) mezi vahami přisouzenými různým ukazatelům.

Tabulka č. 2: Matice předností a normovaných vah parametrů

Matice předností a normovaných vah parametrů								
Parametry	Experti							$w_j^{(N)}$
	E ₁	E ₂	...	E _k	...	E _s	$\sum_{k=1}^s w_{jk}$	
P ₁	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></</div></div>							

Jestliže úlohu řeší kolektiv expertů, je třeba stanovit celkovou (průměrnou) normovanou váhu podle vztahu

$$w_j^{(N)} = \frac{\sum_{k=1}^s w_{jk}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^s w_{jk}}, \quad (14)$$

kde w_{jk} je váha j -tého parametru přisouzená k -tým expertem,

n – celkový počet parametrů,

s – celkový počet expertů.

Pro praktické řešení je účelné použít tabelární uspořádání podle vzoru tabulky.

Alokační metoda

Základ metody tvoří alokace zadaného (předem zvoleného) souboru bodů významnosti, tj. součtu maximálně možné celkové váhy všech ukazatelů $\sum_j w_j$. Její princip

lze nejlépe pochopit z jednoduchého příkladu. Předpokládejme, že celkový úhrn bodů tvoří tedy $\sum_j w_j = 100$. Jednotlivé varianty projektu V_i budou hodnoceny pomocí tří různých

kritérií P_1 , P_2 a P_3 , které mají tři různé váhy w_1 , w_2 , w_3 . Předpokládá se, že P_2 je významnější

než P_3 a obě kritéria P_2 a P_3 jsou významnější než P_1 . Tím je dán první krok pořadí a v dalším se provede alokace (rozdělení) příslušných bodů.

Předpokládejme, že P_2 má hodnotu jedna, tj. $P_2 = 1$ a dále se jeví $P_3 = 0,5P_2$ a $P_1 = 0,2P_3$. Z uvedeného vyplývá

$$w_2 = \frac{P_2}{P_1 + P_2 + P_3} 100 = \frac{1,0}{1,6} 100 = 63$$

$$w_3 = \frac{P_3}{P_1 + P_2 + P_3} 100 = \frac{0,5}{1,6} 100 = 31$$

$$w_1 = \frac{P_1}{P_1 + P_2 + P_3} 100 = \frac{0,1}{1,6} 100 = 6$$

Metoda známkování

Metoda známkování neboli bodovací metoda byla s oblibou a nejčastěji používána v úlohách aplikované geografie při hodnocení území, krajiny, rekreačního potenciálu, kvality ŽP apod. Její princip předpokládá zvolení bodovací (známkovací) stupnice nejčastěji normalizované v rozpětí 0 až 1, 1 až 5, 0 až 10, popř. 0 až 100 bodů. Různé objektivní kvantitativní (technické) jednotky se převádějí pomocí této stupnice na společného jmenovatele, tj. na udělený počet bodů. Pro subjektivní kvalitativní ukazatele se musí nejdříve vytvořit verbálně numerická stupnice podle charakteru parametru. p, 1 až 5, 0 až 10, popř. 0 až 100 bodů. Různé objektivní kvantitativní (technické) jednotky se převádějí pomocí této stupnice na společného jmenovatele, tj. na udělený počet bodů. Pro subjektivní kvalitativní ukazatele se musí nejdříve vytvořit verbálně numerická stupnice podle charakteru parametru. Přidělením známky se potom kvalitativní vlastnost transformuje na ukazatel přibližně kvantitativní. Tímto postupem lze úspěšně řešit komplexní soustavy zahrnující kvalitativní i kvantitativní ukazatele.

Vlastní algoritmus umožňuje volit jakékoliv i necelé číslo (počet bodů, známku) a stejnou známku přiřadit více parametrům. Nejvyšší hodnota se připisuje nejdůležitějšímu parametru. Z množiny parametrů a přiřazených známek se obdrží bodovací matice, formálně shodná s maticí předností.

Normovaná váha j-tého parametru se určí podle vztahu

$$w_j^{(N)} = \frac{z_j}{\sum_{j=1}^n z_j},$$

kde z_j je známka (počet bodů) přiřazená j-tému parametru,

n – celkový počet parametrů.

Při řešení v kolektivu expertů se celková (průměrná) normová váha vyjádří vztahem

$$w_j^{(N)} = \frac{\sum_{k=1}^s \frac{z_{jk}}{\sum_{j=1}^n z_{jk}}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^s \frac{z_{jk}}{\sum_{j=1}^n z_{jk}}},$$

kde z_j je známka přiřazená k -tým expertem j -tému parametru,

n – celkový počet parametrů,

s – celkový počet expertů.

Metoda známkování je obdobou metody pořadí, kde se mj. upouští od úvodní hierarchizace parametrů. Tvoří určitý mezistupeň mezi uspořádáním a měřením. Do značné míry může být ovlivněna subjektivním přístupem a často nesprávným použitím vah (zanedbání úpravy normováním). Modifikovaná forma této metody je uvedena v tabulce č. 2.

Metoda částečného a úplného párového porovnávání

Pro stanovení relativní důležitosti parametrů ŽP se v praxi rozšířila metoda částečného párového porovnávání. Jestliže přichází do úvahy n parametrů, potom lze sestavit jejich kombinaci 2. třídy. Celkový počet dvojic je $\frac{n}{2}(n-1)$, který se sestavuje do tabulky tzv.

Fullerova trojúhelníku podle následujícího schématu:

Tabulka č. 3: Příklad určení relativní důležitosti ukazatelů metodou známkování

Parametr	Váhový faktor	Ekvivalen tní faktor Fe	V	
			Z	
I Unikátnost důležitých druhů Fauna Flóra	20 ↘ 0,80 ↘ 0,20	16,00 4,00	+1 +2	
II Ekotopy Akvatický Lenitický jakost množství Lotický jakost množství Terestriální Zemědělská půda jakost množství Lesní půda jakost množství	40 ↙ 0,40 ↘ 0,90 ↘ 0,70 ↘ 0,30 ↙ 0,10 ↘ 0,70 ↘ 0,30 ↘ 0,60 ↘ 0,20 ↘ 0,70 ↘ 0,30 ↘ 0,80 ↘ 0,70 ↘ 0,30	10,08 4,32 1,12 0,48 3,36 1,44 13,44 5,76	+1 -5 +2 +4 -2 +4 +1 -4	
III Rozmanitost a stabilita ekosystémů Akvatický Terestriální	20 ↘ 0,40 ↘ 0,60	8,00 12,00	+3 -2	
IV Produktivita ekosystémů Akvatický Terestriální	20 ↘ 0,40 ↘ 0,60	8,00 12,00	+3 -4	
Celková váha Impakt na přírodní prostředí Pořadí	100	100,00		

1	1	1	.	.	.	1	1
2	3	4	.	.	.	(n-1)	n
2	2	.	.	.	2	'	2
3	4	.	.	.	(n-1)	n	
3	.	.	.	.	3		
4	.	.	.	.	(n-1)	n	
.	
.	
						(n-1)	
							n

Formální úpravy mohou být různé. Při velkém počtu n se z úsporných důvodů pracuje v jednořádkovém trojúhelníku, nebo se volí tabelární forma.

Mechanismus pracovního postupu spočívá ve vzájemném porovnávání všech dvojic, kde lze zpravidla snadno posoudit ve vztahu k deklarovanému cíli, který parametr je více nebo méně významný. Preferovaný parametr se označí podtržením nebo kroužkem a zjišťuje se celkový počet získaných předností. Tento počet potom určuje váhu kritéria w_j . Výpočet normované váhy kritéria $w_j^{(N)}$ je shodný s metodou pořadí, tzn. Pro individuální výpočet se použije rovnice (12), při práci v kolektivu expertů rovnice (14). Kontrola správnosti výpočtu vychází ze skutečnosti, že celkový úhrn získaných preferencí je dán shora uvedeným vztahem $n/2(n-1)$. Průměr posouzených vah od většího počtu expertů vyhovuje Gaussovu rozdělení.

Modifikací této metody je metoda úplného párového porovnávání. Každá dvojice parametrů se posuzuje dvakrát. Jednou ve formě P, P' , podruhé ve formě P', P . Účelem je vyloučit možné chyby a nesprávné závěry vyplývající z nahodilého pořadí parametrů v trojúhelníku. Rovnice pro výpočet vah jsou shodné jako při částečném porovnávání, avšak celkový počet získaných preferencí je dán vztahem $n(n-1)$.

Za výhodu této metody se pokládá snadné porovnávání dvojic parametrů a možnost připuštění stanoviska, že oba parametry jsou rovnocenné, popř. nesrovnatelné. Mechanismus výpočtu nevyžaduje předcházející tranzitivnost pořadí a s výhodou lze řešení spojovat s metodou bodovací.

Metoda týmového expertního oceňování

Mechanismus týmového postupu může být zásadně dvojího druhu. Jednat to je přímo v rámci pracovního týmu odborníků s možností vzájemné konzultace, veřejným posouzením s kolektivním rozhodnutím, jednak výhradně písemným stykem při zachování vzájemné anonymity, tj. metodou DELFY. Obecně lze použít všech dříve uvedených pracovních postupů směřujících k určení celkové (průměrné) normované váhy parametrů $w_n^{(N)}$. Při použití metody DELFY lze zpracovat individuální hodnocení jednotlivců vhodnou statistickou metodou včetně možného diferencovaného ocenění expertů podle jejich kvalifikace, délky praxe apod.

Základní verzi delfské metody lze charakterizovat jako komunikační prostředek, umožňující iterativním způsobem získat názor skupiny expertů na určitý problém při současném potlačení rušivých psychologických vlivů a při zachování anonymity. Řešení spočívá v realizaci posloupnosti několika “kol” otázek a odpovědí, zejména prostřednictvím dotazníků. Informace a názory získané v určitém kole jsou využity při tvorbě otázek pro následující kolo, s cílem dosáhnout přijatelného souladu názorů členů týmu, případně explicitně zjistit důvody nesouhlasu. V další části je naznačen metodický klasický postup L. G. Jevlanova a V. A. Kutuzova (1978). Novější modifikaci delfské metody uvedl M. Kendal (1978). Uvažuje se o prognóze nějaké veličiny N delfskou metodou.

- 1. kolo:** každý expert samostatně odhadne hodnotu veličiny N . Při celkovém počtu n expertů se získá N_1, N_2, \dots, N_n odhadů. Určí se medián ($m = K_2$) a kvartily (K_1, K_3) tohoto souboru odhadů.
- 2. kolo:** expertům se sdělí hodnoty K_1, M, K_3 se žádostí, aby své odhady z 1. kola znovu uvážili. Odhady hodnot N , které leží vně intervalu $K_1; K_3$ musí být zdůvodněny. Získáme tak nové odhady $^1N_1, ^1N_2, \dots, ^1N_n$ a znovu se určí hodnoty charakteristik $^1K_1, ^1M, ^1K_3$ pro nový soubor odhadů.
- 3. kolo:** expertům sdělíme výsledky 2. kola, zdůvodnění odhadů “extrémních” expertů a celý postup se opakuje jako při 2. kole. Znovu se určí nové hodnoty charakteristik $^2K_1, ^2M, ^2K_3$.
- 4. kolo:** expertům sdělíme výsledek 3. kola včetně všech důvodů a protidůvodů, které vedou k odhadům vně intervalu $^1K_1, ^1K_3$. Znovu se požádá o nové vlastní odhady, čímž se získá soubor $^3N_1, ^3N_2, \dots, ^3N_n$; medián tohoto souboru pak považujeme za odhad veličiny N , reprezentující názor celého týmu.

Moderní komunikační technologie umožňují provozovat tzv. konferenční verzi delfské metody. Vedoucí týmu komunikuje s experty pomocí sítě terminálů a počítač pracuje v reálném čase.

V rámci diskuse k problematice určování relativní důležitosti kritérií je třeba upozornit, že z hlediska procesu EIA jde zásadně o samostatnou úlohu (nezávislý krok řešení).

Někteří experti mají z principiálního hlediska výhrady k používání $w_j = \text{konst.}$ Tento názor se dokumentuje na příkladu dodávky různého množství pitné vody v různých geografických oblastech. V deficitní oblasti má zcela zřejmě základní (počáteční) dodané množství vyšší relativní důležitost pro obyvatelstvo, než postupně další se zvyšující objem. S růstem dodávky vody by proto měla mít váha klesající charakter, např. pro prvních 10 mil. l/den bude mít každý litr relativní důležitost $w = 1,2$, pro druhých 10 mil. l/den $w = 1,0$, pro třetích 0,8 atd., tj. odstupňovaně až po poslední dodané litry bude $w = 0,4$. Tento nepřímý, klesající trend může být stupňovitý i spojitý. Obdobně názorné příklady lze nalézt také pro přímou závislost.

Použití $w_j \neq \text{konst.}$ však činí potíže při praktickém mechanickém výpočtu. Z tohoto důvodu D. M. McAlister (1982) doporučuje aplikovat metodu tzv. transformovaného impaktu (viz dále), kde se opět předpokládá $w_j = \text{konst.}$ V uvedených souvislostech jsou uvedeny čtyři základní způsoby určování relativní důležitosti ohodnocení impaktu, tj.:

a) metodou jednoduchého známkování podle triviálního aditivního vztahu

$$r_1 + r_2 + \dots + r_n;$$

b) metodou konstantní váhy

$$w_1 P_1 + w_2 P_2 + \dots + w_n P_n;$$

c) metodou odstupňované váhy

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_{ij} P_{ij}, \quad \text{nebo} \quad \int w_1 P_1 dP_1 + \dots + \int w_n P_n dP_n$$

d) metodou transformovaného (převáženého) impaktu určeného vztahem

$$w_1 [S_1^{W+} + (S_1^W) - S_1^{R+} (S_1^R)] + \dots + w_m [S_m^{W+} (S_m^W) - S_m^{R+} (S_m^R)],$$

kde r_i je známka přiřazená impaktu i (kladný impakt je označen jako plus a záporný jako minus),

P_i – hodnota impaktu i definovaná jako $S_i^W - S_i^R$,

S_i^R - referenční úroveň parametru i ,

S_i^W - úroveň parametru pod vlivem předpokládané činnosti,

w_i – hodnota váhy přiřazené impaktu i (žádaný impakt má kladnou hodnotu, škodlivý impakt má zápornou hodnotu w)

P_{ij} – hodnota impaktu i pro přírůstek j ,

w_{ij} – hodnota w přiřazená j -tému přírůstku impaktu i ,

$S_i^+(S_i)$ - úroveň charakteristiky i převedená na jednotky S^+ pomocí jednoduché funkce, která transformuje všechny rozměry parametru i .

Z výše uvedených vztahů vyplývá, že při zanedbání referenčních úrovní S_i^R poslední vztah odpovídá výrazu pro jednorozměrné transformační funkce dílčího užítku, vynásobeného vahou kritéria.

Dlouhodobé zkušenosti s aplikací EIA prokazují, že hierarchizace zájmů veřejnosti v rámci souborů kritérií není nahodilá. Z tohoto pohledu existuje možnost určitého zobecnění celospolečenské důležitosti efektů.

- A) Na první místo v otázkách ŽP téměř vždy klade veřejnost požadavek na zdraví a bezpečnost člověka. Jestliže je zdraví společnosti potenciálně ohrožováno, všechny ostatní zájmy jsou tomuto hledisku podřizovány.*
- B) Obecně velký zájem klade veřejnost na zachování (udržení) důležitých ekonomických odvětví, výroby a služeb, včetně dostupných výrobků a zboží.*
- C) Vysoká priorita je přisuzována různým rekreačním nebo estetickým hodnotám prostředí bez ohledu na možnost ekonomických zisků.*
- D) Určitá část veřejnosti preferuje zájmy speciální ochrany přírody, tj. zodpovědnost za ochranu ohrožených druhů a jejich ekotopů, popř. udržení rovnováhy mezi nároky a kapacitou dostupných zdrojů, a to v rámci místního, regionálního a celospolečenského měřítko.*

[1] Říha, J.: *Vliv investic na životní prostředí (Teorie a metodologie EIA)*, ČVUT Praha, 1992

4.2 Vlastní postup aplikace metody TUKP

Prvním krokem aplikace metody TUKP je sestavení tabulky vstupních údajů pro soubor posuzovaných variant V_i . Následuje vyčíslení hodnot ukazatelů kritérií P_j . Tím se vytvoří katalog kritérií a ukazatelů, který se někdy označuje jako referenční katalog. Výsledkem prvního kroku je tzv. maticová tabulka vstupních údajů pro množinu V_i a parametry P_j .

Druhým krokem aplikace předcházejících poznatků spočívá v substituci veličin $x_j \Rightarrow P_j$ a $f_j(x_j) \Rightarrow U_j$. Funkce U_j plní v modelu úlohu kvalitativního multiplikátoru. V grafickém zobrazení je tato funkce známa jako vyhodnocovací křivka (rating curve). Protože míra užitku je relativní, lze ke stanovenému počátku stupnice U_j přiřadit libovolnou hodnotu ukazatele P_j . Je možné normovat dílčí funkce užitku vztahy

$$U_j = f_j(P_j^0) = 0, \quad \text{kde } (j = 1, 2, \dots, m), \quad (6)$$

$$U_j = f_j(P_j^+) = 1,$$

takže oborem kvalitativních multiplikátorů potom je interval $<0;1>$ a jejich definičním oborem pro případ pozitivní závislosti $<P_j^0; P_j^+>$; pro případ negativní závislosti $<P_j^+; P_j^0>$.

Třetí krok sestává z několika dílčích. Jsou to:

I. Identifikace vhodných kvalitativních ukazatelů

Řešení tohoto kroku obnáší především objasnění základní kvalitativní závislosti U_j na P_j ve smyslu rozhodnutí zda jde o funkci monotónní nebo např. esovitou. Používají se zpravidla monotónní transformační funkce.

II. Vymezení okrajových hodnot

V tomto kroku je nutné zvážit např. normativní omezení nebo hodnoty, které nelze vyvážit jinou kvalitou anebo, které naopak zajišťují minimální standard kvality. Zpravidla jsou okrajové hodnoty odvozeny z rozsahu hodnot ukazatelů (při vlastní konstrukci transformačních funkcí podle potřeb projektu nebo jsou okrajové hodnoty převzaty z elementárního katalogu metody TUKP, který je v kapitole 5 rozšířen předmětným určením disertační práce. Normativní omezení nesmí být překročeno.

III. Výběr funkce užítu

Při konstrukci transformační funkce lze postupovat zásadně podle tří odlišných postupů. Jsou to postupy:

1. *Uplatnění reálné transformační funkce* v souladu s předpokládanou užitností (absolutně chápanými vlastnostmi) posuzovaného parametru.
2. *Aplikace monotónní transformační funkce* podle zavedené ekologické klasifikace.
3. *Konstrukce transformační funkce ze zadaných, porovnávaných hodnot*, tj. z matice vstupních údajů pro celý soubor posuzovaných variant a dané kritérium.

V rámci konkrétního projektu (záměru) lze všechny uvedené pracovní postupy kombinovat.

Pro nalezení optimální varianty řešeného záměru musí být pro každý ukazatel realizován jednorozměrný transformační vztah k dosahované užitečnosti. Aby mohl být vymezen transformační prostor, je potřeba rozhodnout:

- a) zda jde o transformaci přímou (viz typ kritéria výnosového a zásadně pozitivních efektů), anebo zda jde o transformaci nepřímou (viz typ kritéria nákladového a zásadně negativních efektů, např. vlivem záboru území aj.),
- b) v jakém intervalu $\langle \text{MIN}, \text{MAX} \rangle$ se transformace uskuteční,
- c) jaký tvar bude mít transformační funkce.

ad a) Nejprve je posouzeno, zda kritérium má kladný vztah ke kvalitě prostředí, tj. jak optimistické či pesimistické je ekologické hodnocení kritéria.

ad b) Tento krok směřuje k přiřazení okrajových bodů stupnice pro jednotlivé ukazatele P_j . Autor metody doporučuje určovat počátek (konec) na ose x standardně z „okrajové difference“ transformačního prostoru $D(P_j)$ a definované vztahem (7):

$$D(P_j) = \frac{P_{j\max} - P_{j\min}}{10} \quad (7)$$

Pro počáteční bod stupnice platí:

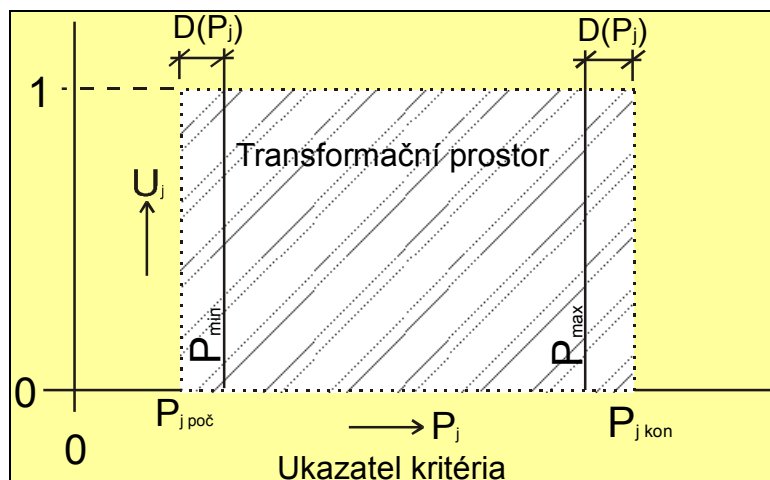
$$P_{j\text{ poč}} = P_{j\min} - D(P_j) \quad (8)$$

a obdobně je určen koncový bod vztahem

$$P_{j\text{ kon}} = P_{j\max} + D(P_j) \quad (9)$$

Transformace je prováděna v pravouhlém souřadnicovém systému při substituci veličin $x_j \Rightarrow P_j$ a $f_j(x_j) = y_j \Rightarrow U_j$. Transformační prostor je vymezen na ose x pomocí extrémních hodnot parametrů, tj. $\langle P_{j\text{ poč}}; P_{j\text{ kon}} \rangle$, viz obrázek č. 2.

Obrázek č. 2: Vymezení transformačního prostoru



Ad c) Odvození dílčích transformačních funkcí. Vychází se ze zadaných vstupních hodnot ukazatelů P_j pro všechny varianty V_i s využitím dříve stanovených okrajových bodů stupnice.

Pro odvození se nejčastěji používá transformace monotónní mocninovou funkcí (10):

$$U = 1 - \left[\frac{P - P_{poč}}{P_{kon} - P_{poč}} \right]^k \quad (10)$$

Prvním krokem pro odvození transformační funkce dílčího užítku je určení exponentu k řešením rovnice (10), kdy se položí $U_j = 0,5$, dosadí se $P = P_{prům}$, kde $P_{prům} = \text{průměr}(P_j)$.

$$0,5 = 1 - \left[\frac{P_{prům} - P_{poč}}{P_{kon} - P_{poč}} \right]^k$$

Získaná hodnota k se použije do funkce (11), do které jsou postupně dosazovány hodnoty ukazatele kritéria P_j pro všechny z variant V_i . Řešením jsou hodnoty U_j .

$$U_j = 1 - \left[\frac{P_j - P_{poč}}{P_{kon} - P_{poč}} \right]^k \quad (11)$$

Hodnota celkové funkce užítu je určena podle vztahu (3) takto:

$$U_i = \sum_j U_j w_j^{(N)}$$

Přičemž hodnota w_j se určuje např. metodou párového porovnání podle Fullera a musí být splněno (5). Lze použít w_j shodné pro všechna kritéria. Podrobnější popis dalších možností určení hodnot w_i je v kapitole 4.1

$$w_j^{(N)} = 1/n,$$

kde n = celkový počet kritérií katalogu, takže je splněno (5), tedy:

$$\sum_j w_j^{(N)} = 1 .$$

Po výpočtu U_i se přistupuje k seřazení variant do pořadí podle klesající hodnoty U_i . Nejvyšší hodnota ukazuje na nejvyšší celospolečenskou preferenci v rámci posuzovaných kritérií.

[1] Říha, J.: *Vliv investic na životní prostředí (Teorie a metodologie ELA)*, ČVUT Praha, 1992

5. Katalog parametrů pro metodu TUKP (elementární [1] + rozšířený touto disertační prací)

5.1 Souhrnný přehled kritérií podle jednotlivých kategorií

I. Parametry demografické a socio-ekonomické

Stávající transformační funkce:

- hustota osídlení (počet obyvatel na 1 km²)
- přesídlení obyvatelstva během výstavby (míra přesídlení 1 -3)
- škody na zdrojích biosféry (míra vyvolaných škod 1 – 5)
- životní a pracovní podmínky (povaha vývojového trendu 0 – 1)
- hygienické podmínky (peněžní ztráta během nemoci 0 – 10 000)
- občanská vybavenost (časová dostupnost centra města v minutách 0 – 30)

Nové transformační funkce:

- využití půdy během výstavby (míra využití půdy při výstavbě 0 – 3)
- uvažovaná preventivní opatření (míra snížení nebo přesunutí významných efektů na životní prostředí 0 – 3)
- škody na zdrojích pitné vody (míra vyvolaných škod 0 – 5)
- blízkost zdroje nebezpečných chorob (míra ohrožení pracovníků 0 – 5)
- zatížení prostředí rozvojovými aktivitami (míra zatížení prostředí 0 – 10)
- náhodné poruchy technického vybavení (peněžní ztráta během poruchy 0 – 1 000 000)
- přetížení dopravy v místě projektu (míra přetížení dopravy 0 – 3)
- nárůst patogenních látek v odpadních vodách a čistírenském kalu (míra výskytu patogenních látek 0 – 10)

II. Parametry fyzikální, chemické a biologické kvality

Stávající transformační funkce:

- oxid siřičitý (průměrný denní obsah SO₂ (mg.m⁻³))
- oxid uhelnatý (průměrný 30 min obsah CO (mg.m⁻³))
- prach netoxický (průměrný denní obsah netoxického prachu mg.m⁻³)
- rozpuštěný kyslík (mg.l⁻¹)

- organické znečištění BSK₅ (0 – 8, 8 – 16)
- rozpuštěné látky (mg.l⁻¹)
- nerozpuštěné látky (mg.l⁻¹)
- koncentrace vodíkových iontů (pH)
- vodní potenciál území (bilanční poměr)
- eroze půdy (intenzita vodní eroze (m⁻³.ha⁻¹.rok⁻¹))
- zatížení prostředí odpady (míra rizika zatížení)
- zatížení prostředí hlukem (intenzita hluku dB(A))

Nové transformační funkce:

- zatížení prostředí světlem (míra zatížení prostředí světlem 0 - 5)
- zatížení vodního prostředí teplem (míra zatížení vodního prostředí teplem 0 - 3)
- zatížení prostředí radiací (radiační pozadí v mSv.obyvateľstvo⁻¹.rok⁻¹)
- zatížení prostředí toxickými látkami (míra rizika zatížení prostředí 0 - 10)
- emise plynů a zápachů do ovzduší (intenzita zápachu 0 – 5) dle ČSN 83 5030
- benzen ropný (NPK-P v mg.m⁻³)
- oxidy dusíku (hodinová hmotnostní koncentrace v mg.m⁻³)
- amoniak (hodinová hmotnostní koncentrace v mg.m⁻³)
- benzo(a)pyren (NPK-P v µg.m⁻³)
- těkavé organické sloučeniny (obsah VOC v mg.m⁻³)
- tuhé znečišťující látky TZL (v kg.1 mil m³ zemního plynu⁻¹)
- oxid siřičitý SO₂ (v kg.1 mil m³ zemního plynu⁻¹)
- oxidy dusíku NO_x (v kg.1 mil m³ zemního plynu⁻¹)
- oxid uhelnatý CO (v kg.1 mil m³ zemního plynu⁻¹)
- organické látky OC (v kg.1 mil m³ zemního plynu⁻¹)

III. Psychologické a estetické vlastnosti území

Stávající transformační funkce:

- urbanizace území (počet objektů na 1 km²)
- devastace území povrchovou těžbou (míra devastace území)
- intruze hydrosféry (index bystřivosti M a průhlednosti vody)
- omezení přístupu veřejnosti (míra omezení přístupu do území do 1ha a nad 1ha)

- rekreační hodnota území (míra přírodních předpokladů 0 – 27, 28 -63)
- podíl zeleně v sídelním útvaru (podíl trvalé zeleně v m².osoba⁻¹)

Nové transformační funkce:

- nadměrné čerpání vody (míra devastace zdroje vody 0 - 10)

IV. Objekty kulturní a výchovné hodnoty

Stávající transformační funkce:

- historické a kulturní artefakty (hodnota významnosti objektů)
- přírodní výtvořky a chráněná území (míra koncentrace přírodních hodnot)
- estetické otázky architektonické tvorby (míra úspěšnosti začlenění díla do prostředí)
- kulturně výchovný význam území (míra významu území)

V. Ekologické vlastnosti území

Stávající transformační funkce:

- energie terénu (relativní výškový rozdíl v m)
- podíl lesních ploch v % (v území podle typu krajiny – zemědělské, industrializované, horské)
- podíl vodních ploch (v %)
- zábor půdy (podíl zabrané půdy v území v %, totální ztráta, ochranné pásmo)
- původní rostlinné společenstvo (podíl původního rostlinného společenstva v území v %)
- produktivita kyslíku krajinným ekosystémem (množství produkovaného kyslíku 10³ kg O₂.ha⁻¹.rok⁻¹)
- výskyt bodavého hmyzu (četnost bodavého hmyzu)

Nové transformační funkce:

- změna přirozené druhové rozmanitosti jako důsledek při pěstování monokulturních plodin (míra změny přirozené biodiversity 0 - 5)

VI. Parametry investiční a provozní náročnosti investice

Stávající transformační funkce:

- preference ekonomické efektivnosti investice (preference technického a ekonomického řešení díla 0 – 3)
- preference rozvojové adaptability investice v čase (preference rozvojové adaptability díla 0 – 3)
- preference energetické náročnosti provozu investice (preference energetické náročnosti provozu díla 0 – 3)
- preference spolehlivosti a bezpečnosti provozu investice (preference spolehlivosti a bezpečnosti provozu díla 0 – 3)
- preference souladu s politickými popř. obrannými cíly rozvoje území (preference politických či obranných cílů a souladu díla 0 – 1, 1 – 3)

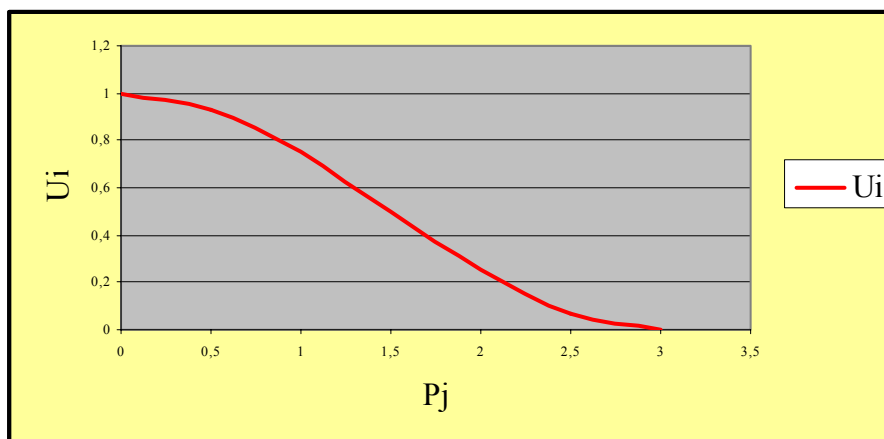
5.2 Odvození nových transformačních funkcí (algoritmů) metody TUKP

5.2.1 Využití půdy během výstavby (míra využití půdy při výstavbě 0 – 3)

Kritérium “využití půdy během výstavby“ vykazuje nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j . Transformační funkce byla vymezena v intervalu oboru platnosti $P_j^{(y)} < 0, 3 >$ (0 – nejlepší využití půdního fondu; 3 – nejhorší). V oblasti nejlepších hodnot U_i nabývá kritérium optimistického ekologického hodnocení, v oblasti nejhorších hodnot U_i potom pesimistického ekologického hodnocení. Transformační funkci tedy nejlépe vystihuje esovitý tvar daný goniometrickou funkcí

$$U_i = 0,5 + 0,5 \cos\left(\frac{180P}{P_{\max}}\right) \quad , \text{ kde } P_{\max} = 3; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 3.$$

Graf č. 1: Využití půdy během výstavby

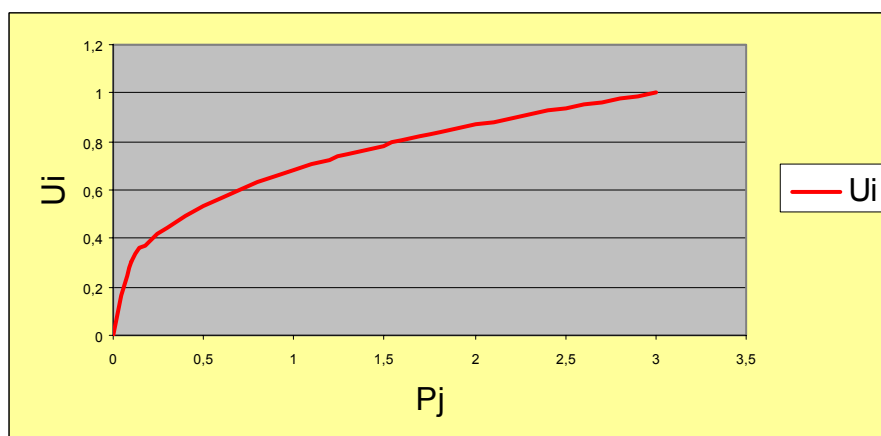


5.2.2 Uvažovaná preventivní opatření (míra snížení nebo přesunutí významných efektů na životní prostředí 0 – 3)

Kritérium “uvažovaná preventivní opatření” patří mezi optimistické ekologické hodnocení záměru, reprezentuje přímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j a v oblastech nejlepších hodnot vykazuje mírný pokles užitečnosti díky zvýšeným nákladům na realizaci záměru (z ekologického hlediska jde však o kritérium se zásadně pozitivními efekty pro životní prostředí). Transformační funkce je vymezena v intervalu oboru platnosti $P_j^{(y)} < 0, 3 >$ (0 – žádná uvažovaná preventivní opatření; 3 – maximum uvažovaných preventivních opatření) a nejlépe ji vystihuje klesající konkávní funkce

$$U_i = \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,35}, \text{ kde } P_{\max} = 3; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 3.$$

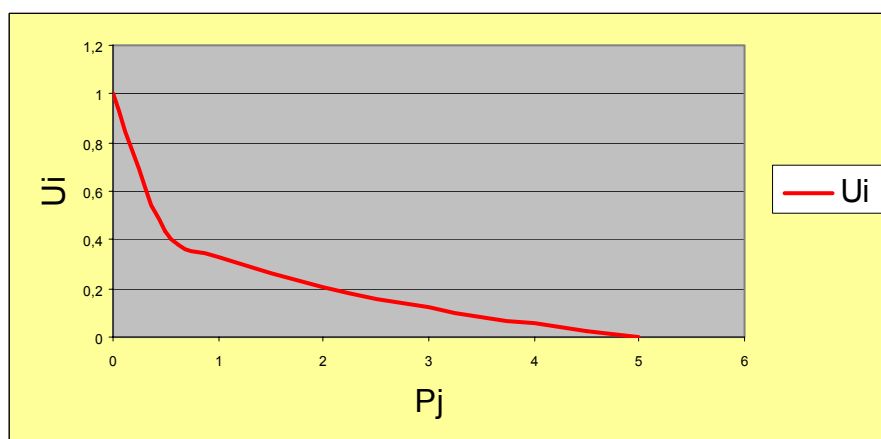
Graf č. 2: Uvažovaná preventivní opatření



5.2.3 Škody na zdrojích pitné vody (míra vyvolaných škod 0 – 5)

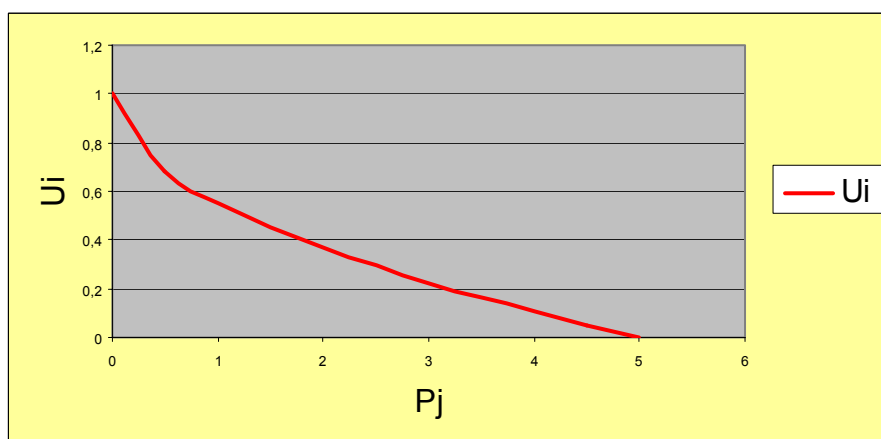
Kritérium “škody na zdrojích pitné vody” vykazuje nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j a v oblastech nejlepších hodnot vykazuje radiální pokles užitečnosti. To je u takto významného ekologického kritéria velmi citlivá hodnota. Samotná transformační funkce je vymezena na intervalu $< 0, 5 >$ (0 – minimální škody na zdrojích; 5 – maximální) oboru platnosti hodnot $P_j^{(y)}$. Delší interval se pro tohle kritérium jeví jako vhodnější – transformace je provedena citlivěji. Tohle kritérium reprezentuje funkce

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,25}, \text{ kde } P_{\max} = 5; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 5.$$

Graf č. 3: Škody na zdrojích pitné vody**5.2.4 Blížkost zdroje nebezpečných chorob (míra ohrožení pracovníků 0 – 5)**

Kritérium “blížkost zdroje nebezpečných chorob“ je dalším příkladem ekologicky pesimistického hodnocení, jedná se o nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j a v oblasti nejlepších hodnot dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti kritéria. Tvorba transformační funkce vychází z našich zeměpisných šířek a je vymezena pro obor platnosti hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $<0, 5>$ (0 – žádné potenciální nebezpečí; 5 – maximální ohrožení pracovníků nebezpečnými chorobami) a představuje ji klesající konvexní funkce

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,5}, \text{ kde } P_{\max} = 5; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 5.$$

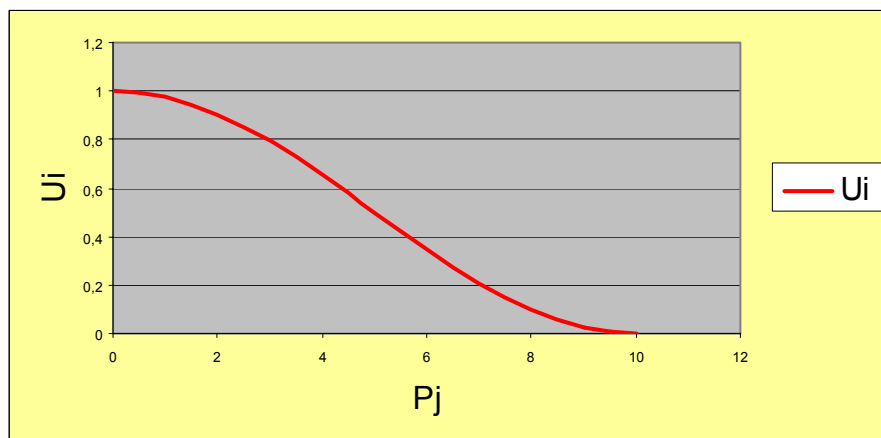
Graf č. 4: Blížkost zdroje nebezpečných chorob

5.2.5 Zatížení prostředí rozvojovými aktivitami (míra zatížení prostředí 0 – 10)

Kritérium “zatížení prostředí rozvojovými aktivitami” představuje další nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j . Při mírném zatížení prostředí se kritérium jeví jako ekologicky optimistické, hodnot ekologicky pesimistických nabývá v oblasti nejlepších hodnot U_i , kdy dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti kritéria, tedy nadměrnému zatížení řešeného území. Transformační funkce je vymezena pro obor hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $<0, 10>$ (0 – minimální zatížení prostředí dalšími rozvojovými aktivitami; 10 – maximální) a představuje ji goniometrická funkce

$$U_i = 0,5 + 0,5 \cos \left[\frac{180P}{P_{\max}} \right], \text{ kde } P_{\max} = 10; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 10.$$

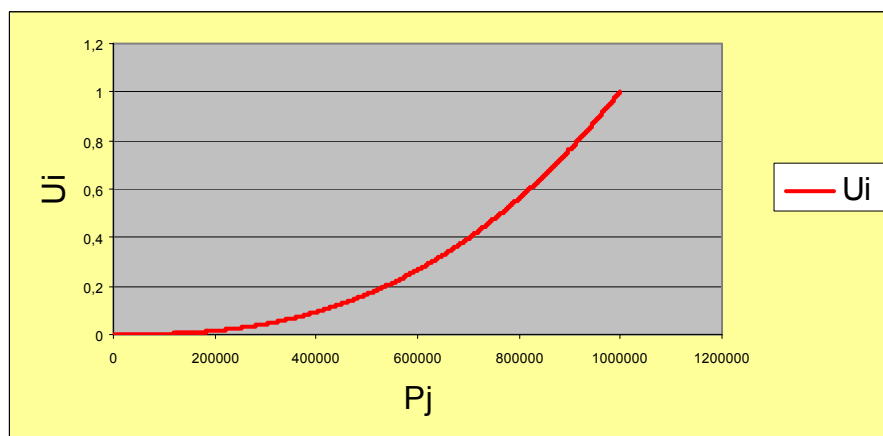
Graf č. 5: Zatížení prostředí rozvojovými aktivitami



5.2.6 Náhodné poruchy technického vybavení (peněžní ztráta během poruchy 0 – 1 000 000)

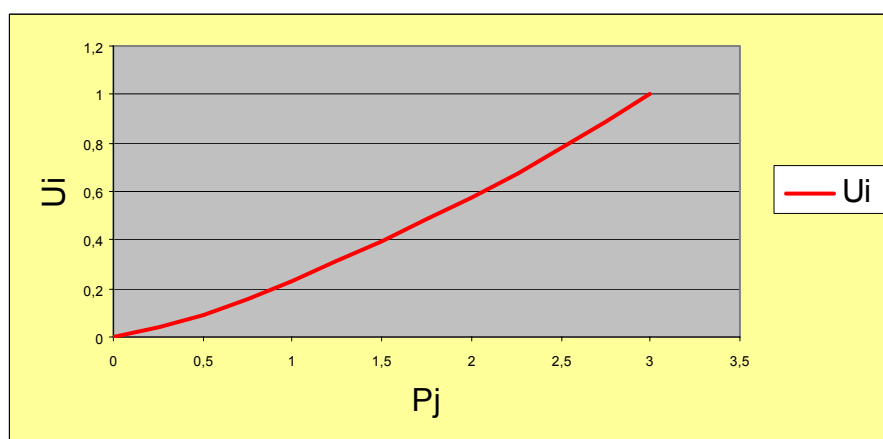
Kritérium “náhodné poruchy technického vybavení” vykazuje peněžní ztráty, které může porucha zařízení způsobit během svého provozu životnímu prostředí. Ukazatel kritéria je vyjádřen v korunách. Jedná se o přímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , v oblasti nejlepších hodnot funkce dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti. Tato transformační funkce je ekologicky pesimistická, je vymezena pro obor hodnot $P_j^{(y)}$ $<0, 1000000>$ (0 – žádné náklady při náhodné poruše zařízení; 1000000 – náklady v hodnotě Kč 1 000 000,--) a vyjadřuje ji rostoucí konvexní funkce

$$U_i = \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{2,6}, \text{ kde } P_{\max} = 1000000; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 1000000.$$

Graf č. 6: Náhodné poruchy technického vybavení**5.2.7 Přetížení dopravy v místě projektu (míra přetížení dopravy 0 – 3)**

Kritérium “přetížení dopravy v místě projektu“ zastupuje ekologicky pesimistické hodnocení, funkce U_j je přímo závislá na hodnotách ukazatele P_j . V oblasti nejvyšších hodnot funkce dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti. Tato transformační funkce je vymezena pro obor hodnot $P_j^{(y)}$ v intervalu $<0, 3>$ (0 – minimální dopravní zatížení v místě projektu; 3 – maximální dopravní zatížení) a reprezentuje ji rostoucí konvexní funkce

$$U_i = \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{1,35}, \text{ kde } P_{\max} = 3; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 3.$$

Graf č. 7: Přetížení dopravy v místě projektu

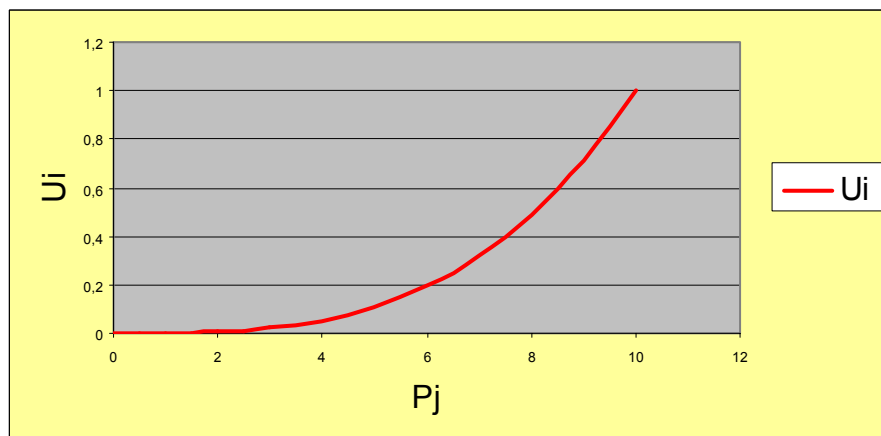
5.2.8 Nárůst patogenních látek v odpadních vodách a čistírenském kalu

(míra výskytu patogenních látek 0 – 10)

Kritérium “nárůst patogenních látek v odpadních vodách a čistírenském kalu” je dalším příkladem přímé závislosti funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j a ekologicky pesimisticky hodnoceného kritéria. V oblasti nejlepších hodnot dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti a díky tomu, že obsah patogenních látek není v odpadních vodách v žádném případě žádoucí, funkce má velmi strmý průběh. Transformace probíhá pro obor hodnot $P_j^{(y)}$ v intervalu $<0, 10>$ (0 – žádné zvýšení obsahu patogenních látek v odpadních vodách; 10 – velmi značné zvýšení obsahu patogenních látek) a rostoucí konvexní funkce má tvar

$$U_i = \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{3,2}, \text{ kde } P_{\max} = 10; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 10.$$

Graf č. 8: Nárůst patogenních látek v odpadních vodách a čistírenském kalu

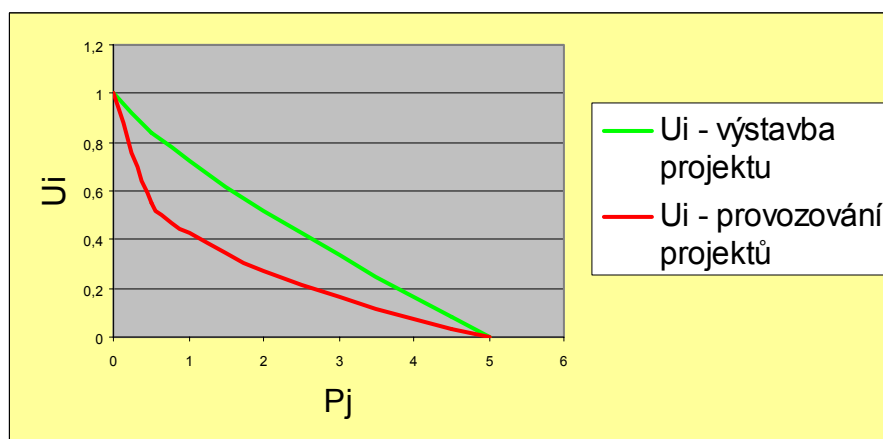


5.2.9 Zatížení prostředí světlem (míra zatížení prostředí světlem 0 - 5)

Kritérium “zatížení prostředí světlem” má dvě podkritéria a totiž při výstavbě projektu a při jeho provozování. Zatímco při výstavbě je určité zvýšení světelnosti v oblasti staveniště akceptovatelné, při samotném provozu projektu může způsobovat svému okolí problémy (jak zvířatům a rostlinám, tak člověku). Jedná se o nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot funkce kritéria. Transformace je pro obě podkritéria vymezena oborem hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $<0, 5>$ (0 – minimální zatížení prostředí světlem; 5 – maximální) a funkce má tvar klesající konvexní a je dána vztahem

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,8} \quad \text{pro výstavbu projektu,}$$

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,35} \quad \text{pro provozování záměru, kde } P_{\max} = 5; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 5$$

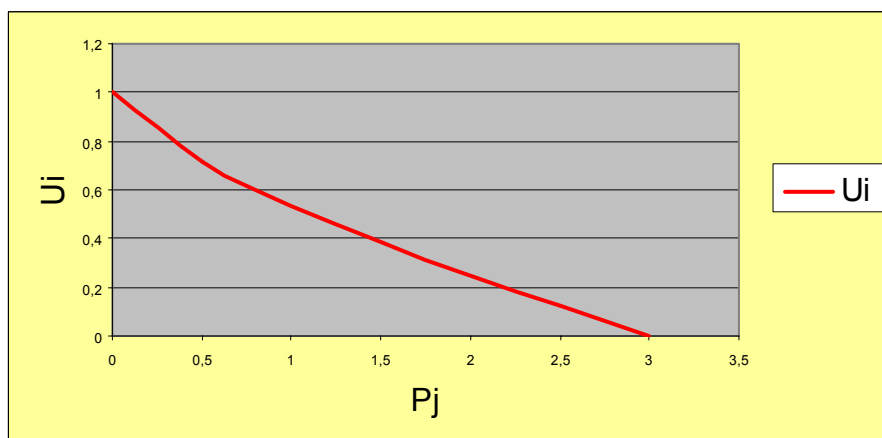
Graf č. 9: Zatížení prostředí světlem

5.2.10 Zatížení vodního prostředí teplem (míra zatížení vodního prostředí teplem 0 -

3)

Kritérium “zatížení vodního prostředí teplem“ představuje nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j . Podobně jako u předchozí funkce dochází k výraznému poklesu užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot funkce U_i , jedná se o ekologicky pesimistické hodnocení. Transformační funkce probíhá na intervalu $<0, 3>$ (0 – nevýznamné zatížení prostředí teplem; 3 – velmi výrazné zatížení prostředí teplem) oboru hodnot $P_j^{(y)}$ a její klesající konvexní tvar je dán vztahem

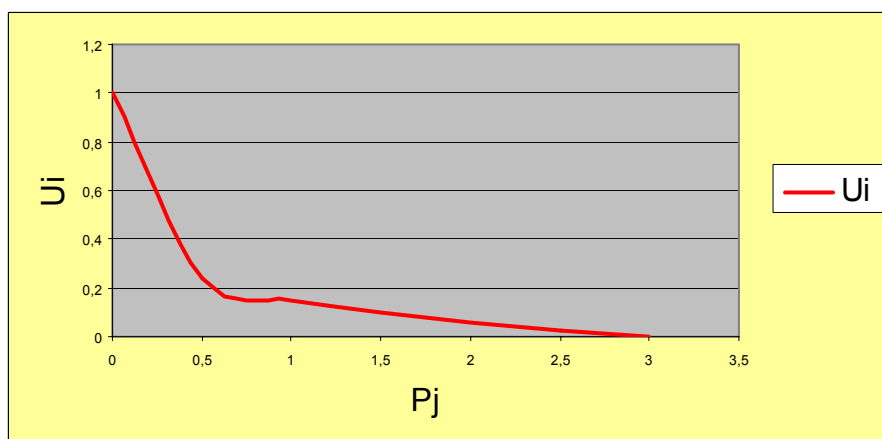
$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,7} \quad , \text{ kde } P_{\max} = 3; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 3.$$

Graf č. 10: Zatížení vodního prostředí teplem

5.2.11 Zatížení prostředí radiací (radiační pozadí v mSv.obyvateľstvo⁻¹.rok⁻¹)

Kritérium “zatížení prostředí radiací” vychází z nejvyšších přípustných dávkových ekvivalentů pro zevní ozáření s tím, že pro většinu klasických záměrů je dostačující hodnota 5 mSv.obyvateľstvo⁻¹.rok⁻¹. Jde o nepřímou závislost transformační funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , dochází k radiálnímu poklesu užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot funkce, jedná se o ekologicky (environmentálně) pesimistické hodnocení. Obor hodnot $P_j^{(y)}$ je na intervalu $<0, 5>$ a klesající konvexní funkce je vyjádřena vztahem

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,15}, \text{ kde } P_{\max} = 5; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 5.$$

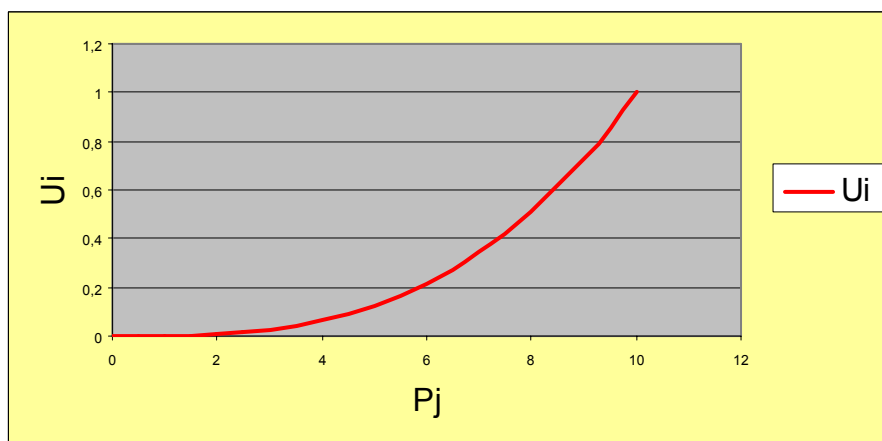
Graf č. 11: Zatížení prostředí radiací

5.2.12 Zatížení prostředí toxickými látkami (míra rizika zatížení prostředí 0 - 10)

Kritérium “zatížení prostředí toxickými látkami” představuje klasickou přímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , jde o ekologicky pesimistické hodnocení a dochází k radiálnímu poklesu užitečnosti v oblasti nelepších hodnot funkce. Transformace je dána oborem hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $<0, 10>$ (0 – bezvýznamné zatížení prostředí toxickými látkami; 10 – velmi významné zatížení prostředí toxickými látkami) a rostoucí konvexní funkci představuje vztah

$$U_i = \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^3, \text{ kde } P_{\max} = 10; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 10.$$

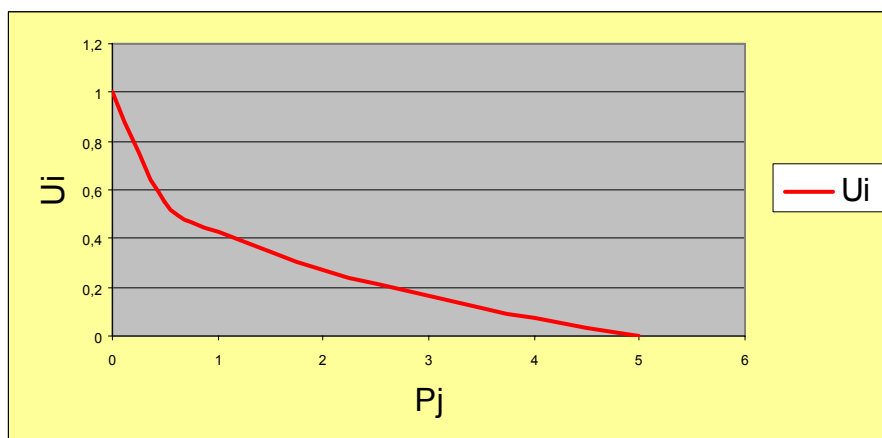
Graf č. 12: Zatížení prostředí toxickými látkami



5.2.13 Emise plynů a zápachů do ovzduší (intenzita zápachu 0 – 5) dle ČSN 83 5030

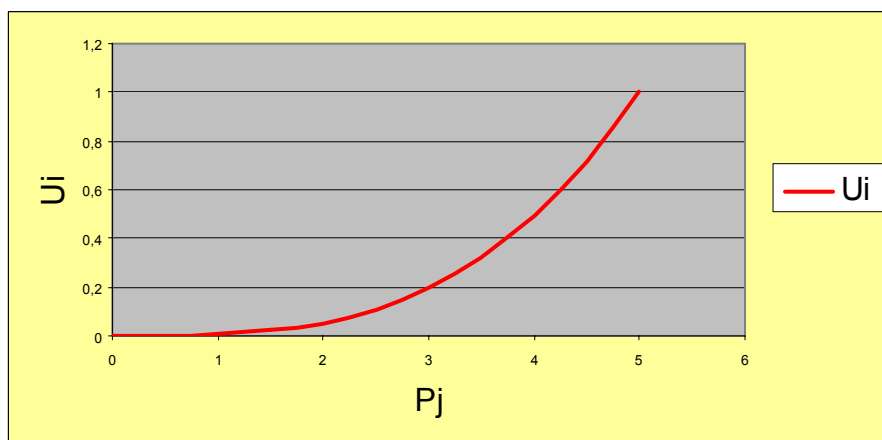
Kritérium “emise plynů a zápachů do ovzduší” vykazuje nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , v oblasti nejlepších hodnot funkce U_i dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti, jde o ekologicky pesimistické hodnocení. Transformace probíhá na oboru hodnot $P_j^{(y)}$ v intervalu $<0, 5>$ (0 – nejnižší intenzita zápachu; 5 – maximální), tvar funkce je klesající konvexní a je dána vztahem

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,35}, \text{ kde } P_{\max} = 5; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 5.$$

Graf č. 13: Emise plynů a zápachů do ovzduší**5.2.14 Benzen ropný (NPK-P v mg.m^{-3})**

Kritérium “benzen ropný“ je ekologicky velmi pesimisticky hodnocen, je ekotoxický a má významný bioakumulační potenciál u savců. Je mutagenní, karcinogenní atd. Kritérium má přímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , v oblasti nejlepších hodnot funkce U_i dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti. Transformace probíhá na oboru hodnot $P_j^{(y)}$, který vychází z nejvyšší přípustná koncentrace chemické látky v ovzduší, je dána intervalem $<0, 5>$ 0 – žádný obsah benzenu v ovzduší; 5 – NPK – P benzenu v ovzduší) a rostoucí konvexní tvar funkce má tvar

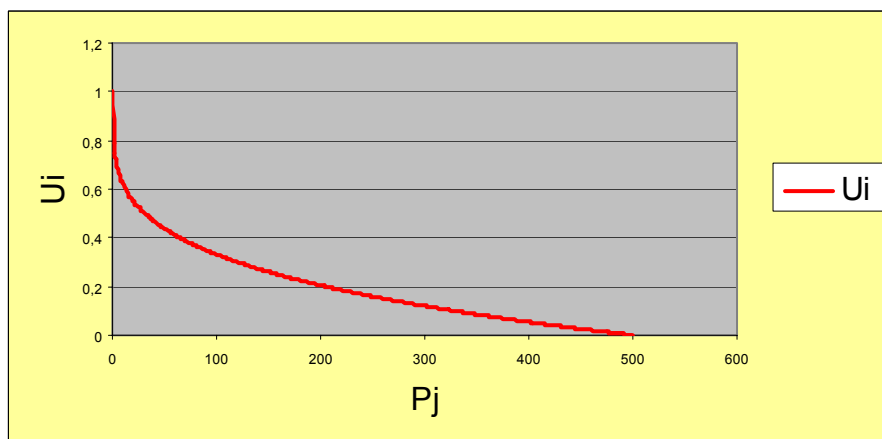
$$U_i = \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{3,2}, \quad \text{kde } P_{\max} = 5; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 5.$$

Graf č. 14: Benzen ropný

5.2.15 Oxidy dusíku (hodinová hmotnostní koncentrace v mg.m^{-3})

Kritérium “oxidy dusíku“ vychází z obecného emisního limitu pro NO_x (hodnoty hmotnostního toku a hmotnostní koncentrace oxidů dusíku se vyjadřují jako NO_2), kdy při hmotnostním toku oxidů dusíku vyšším než 10 kg.h^{-1} hmotnostní koncentrace oxidů dusíku v nosném plynu nepřekročila hodnotu 500 mg.m^{-3} . Jedná se o kritérium ekologicky pesimistické s nepřímou závislostí funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , což má za následek radikální pokles užitečnosti v oblasti nejvyšších hodnot funkce. Samotná transformace probíhá v oboru hodnot $P_j^{(y)}$ v intervalu $<0, 500>$ (0 – žádné emise NO_x ; 500 – maximální hodnota emisního limitu NO_x) a klesající konkávní funkce kritéria má tvar

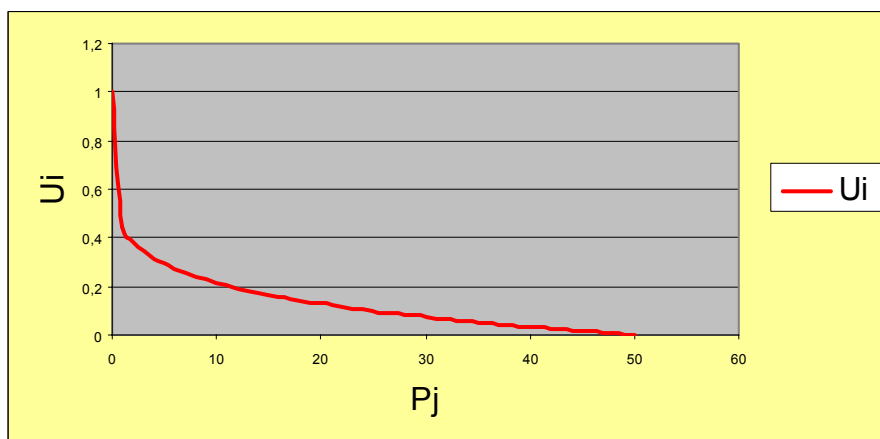
$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,25}, \text{ kde } P_{\max} = 500; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 500.$$

Graf č. 15: Oxidy dusíku**5.2.16 Amoniak (hodinová hmotnostní koncentrace v mg.m^{-3})**

Kritérium “amoniak“ vychází z obecného emisního limitu, kdy při hmotnostním toku emisí amoniakálních sloučenin vyšším než 500 g.h^{-1} nesmí být překročena úhrnná hmotnostní koncentrace 50 mg.m^{-3} . Samotná funkce představuje nepřímou závislost U_i na hodnotách ukazatele P_j , jde o ekologicky pesimistické hodnocení, funkce nabývá v oblasti nejlepších hodnot radikálního poklesu užitečnosti. Transformace je definována v oboru hodnot $P_j^{(y)}$ v intervalu $<0, 50>$ (0 – žádné emise amoniaku; 50 – maximální hodnota emisního limitu), má klesající konvexní tvar a je určena vztahem

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,15}, \text{ kde } P_{\max} = 50; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 50.$$

Graf č. 16: Amoniak

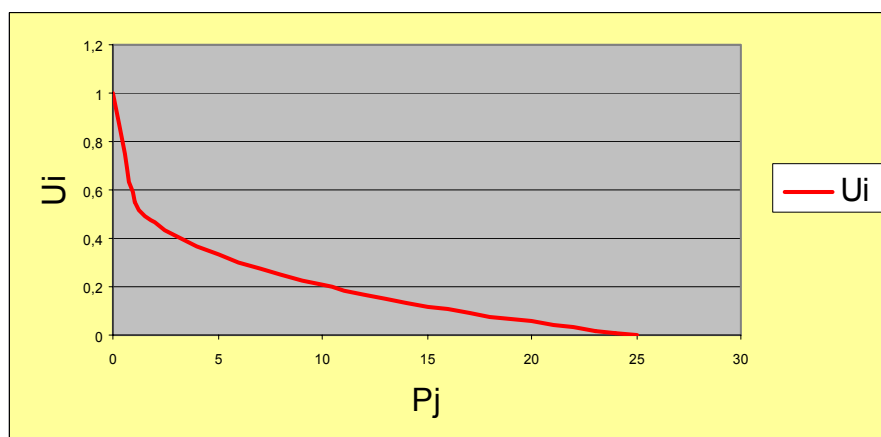


5.2.17 Benzo(a)pyren (NPK-P v $\mu\text{g.m}^{-3}$)

Kritérium “bento(a)pyren“ je stanoveno z nejvyšší přípustné koncentrace, která je pro pracoviště stanovena na $25 \mu\text{g.m}^{-3}$ po dobu 10 min. Jedná se o nepřímou závislost transformační funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j a ekologicky pesimistické hodnocení. Dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot funkce. Ta je dána oborem hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $\langle 0, 25 \rangle$ (0 – žádná koncentrace PAU; 25 – NPK-P na pracovišti po dobu 10 min) a je vyjádřena vztahem

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,25}, \text{ kde } P_{\max} = 25; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 25.$$

Graf č. 17: Benzo(a)pyren

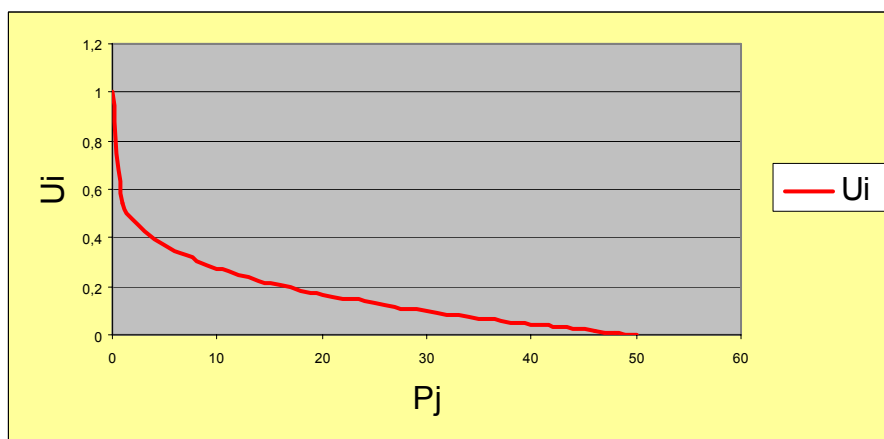


5.2.18 Těkavé organické sloučeniny (obsah VOC v mg.m^{-3})

Kritérium “těkavé organické sloučeniny“ vychází z obecného emisního limitu 50 mg.m^{-3} pro celkovou hmotnostní koncentraci těchto látek vyjádřené jako C. Jde o nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot funkce. Jde o ekologicky pesimistické hodnocení kritéria. Transformační funkce je dána oborem hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $<0, 50>$ (0 – žádné emise VOC; 50 – maximální obecný emisní limit) a je určena vztahem

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,2}, \text{ kde } P_{\max} = 50; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 50.$$

Graf č. 18: Těkavé organické sloučeniny



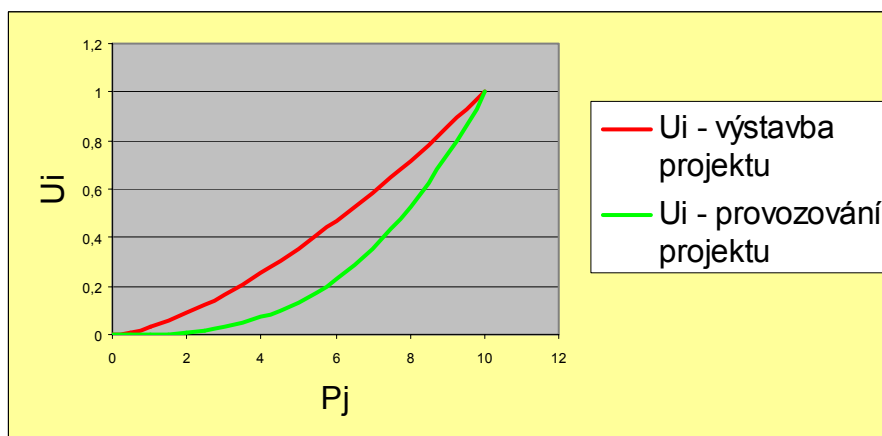
5.2.19 Nadměrné čerpání vody (míra devastace zdroje vody 0 - 10)

Kritérium “nadměrné čerpání vody“ je příkladem ekologicky pesimistického hodnocení a jedná se o přímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j . Má dvě podkritéria a to při výstavbě projektu a při samotném provozu projektu. U obou případů dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot funkce. Transformační funkce je definována oborem hodnot $P_j^{(y)}$ $<0, 10>$ (0 – nevýznamné čerpání vody; 10 – nadměrné čerpání vody), má rostoucí konvexní tvar a je dána vztahem

$$U_i = \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{1,5} \quad \text{pro výstavbu řešeného projektu a vztahem}$$

$$U_i = \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{2,9} \quad \text{pro provoz řešeného projektu,}$$

kde $P_{\max} = 10$; P nabývá hodnot 0 – 10.

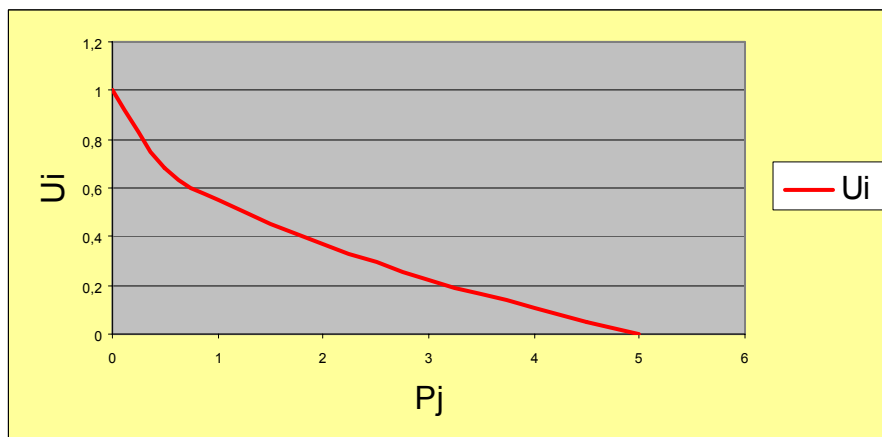
Graf č. 19: Nadměrné čerpání vody

5.2.20 Změna přirozené druhové rozmanitosti jako důsledek při pěstování monokulturních plodin (míra změny přirozené biodiversity 0 - 5)

Kritérium “změna přirozené druhové rozmanitosti jako důsledek při pěstování monokulturních plodin” je zástupce nepřímé závislosti funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j . Jde o ekologicky pesimistické hodnocení. V oblasti nejlepších hodnot transformační funkce dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti. Samotná funkce je definována oborem hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $<0, 5>$ (0 – nevýznamné změny biodiversity; 5 – významné změny biodiversity), má klesající konvexní tvar a je určena vztahem

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,5}, \text{ kde } P_{\max} = 5; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 5.$$

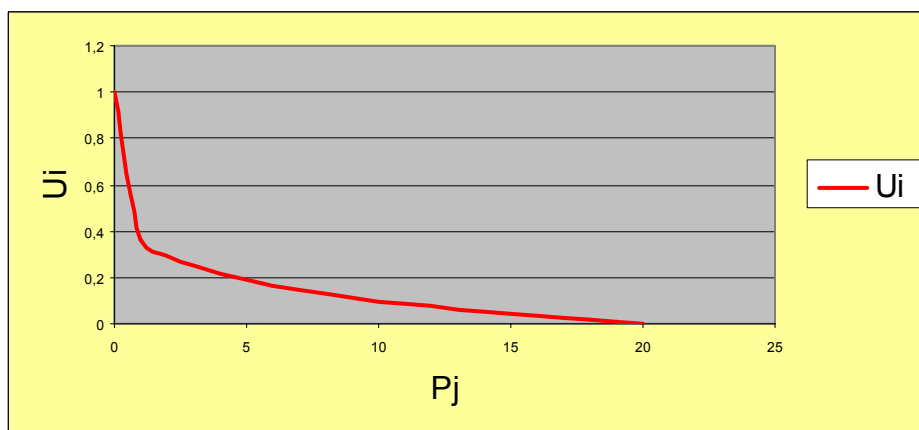
Graf č. 20: Změna přirozené druhové rozmanitosti jako důsledek při pěstování monokulturních plodin



5.2.21 Tuhé znečišťující látky TZL (v kg.1 mil m³ zemního plynu⁻¹)

Kritérium “tuhé znečišťující látky” vychází z emisního fakturu pro plynové kotle na zemní plyn o tepelném výkonu 0,2 – 5 MW dle nařízení vlády č. 352/2002 Sb. Jde o nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot funkce. Jde o ekologicky pesimistické hodnocení kritéria. Transformační funkce je dána oborem hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $<0, 20>$ (0 – žádné emise TZL; 20 – maximální emisní faktor TZL) a je určena vztahem

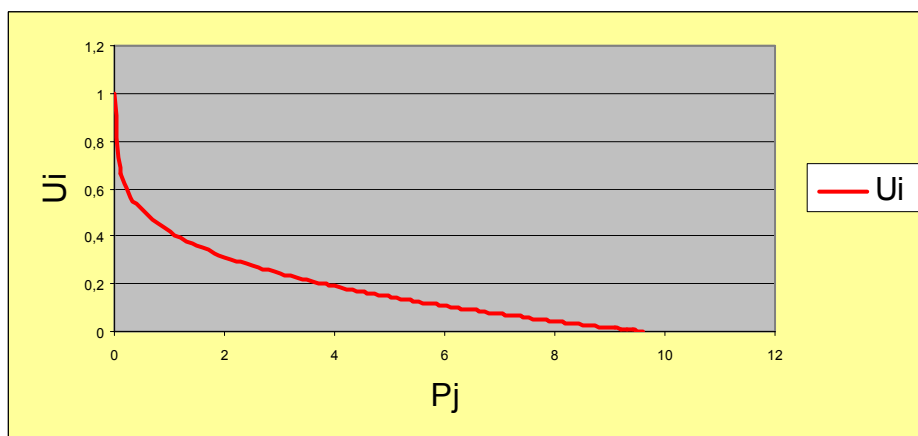
$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,15}, \text{ kde } P_{\max} = 20; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 20.$$

Graf č. 21: Tuhé znečišťující látky**5.2.22 Oxid siřičitý SO₂ (v kg.1 mil m³ zemního plynu⁻¹)**

Kritérium “oxid siřičitý” vychází z emisního fakturu pro plynové kotle na zemní plyn o tepelném výkonu 0,2 – 5 MW dle nařízení vlády č. 352/2002 Sb. Jde o nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot funkce. Jde o ekologicky pesimistické hodnocení kritéria. Transformační funkce je dána oborem hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $<0, 9,6>$ (0 – žádné emise SO₂; 9,6 – maximální emisní faktor SO₂) a je určena vztahem

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,24}, \text{ kde } P_{\max} = 9,6; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 9,6.$$

Graf č. 22: Oxid siřičitý

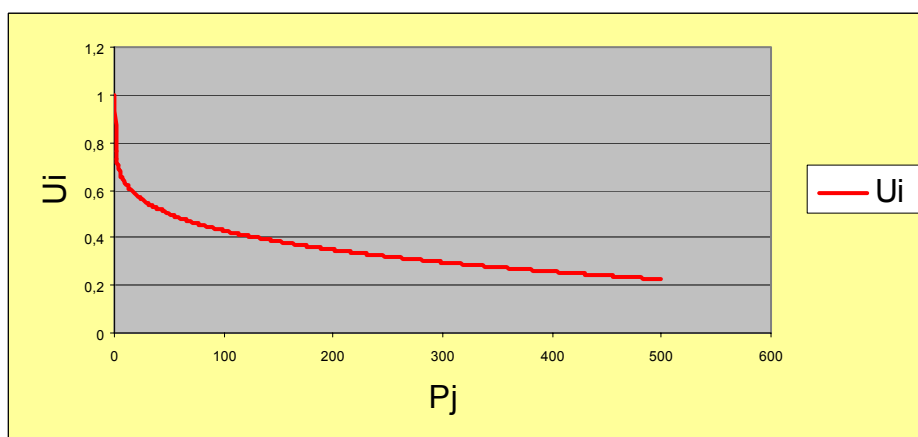


5.2.23 Oxidy dusíku NO_x (v kg.1 mil m^3 zemního plynu $^{-1}$)

Kritérium “oxidy dusíku“ vychází z emisního fakturu pro plynové kotle na zemní plyn o tepelném výkonu 0,2 – 5 MW dle nařízení vlády č. 352/2002 Sb. Jde o nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot funkce. Jde o ekologicky pesimistické hodnocení kritéria. Transformační funkce je dána oborem hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $\langle 0, 1920 \rangle$ (0 – žádné emise NO_x ; 1920 – maximální emisní faktor NO_x) a je určena vztahem

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,19}, \text{ kde } P_{\max} = 1920; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 1920.$$

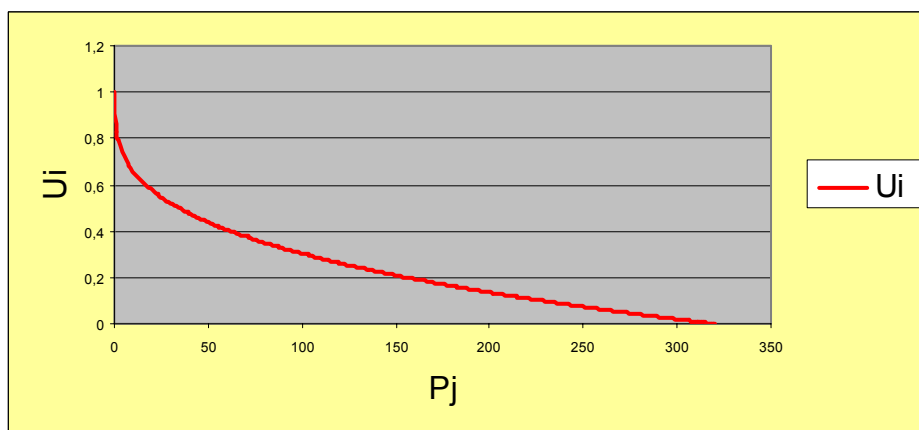
Graf č. 23: Oxidy dusíku



5.2.24 Oxid uhelnatý CO (v kg.1 mil m³ zemního plynu⁻¹)

Kritérium “oxid uhelnatý“ vychází z emisního fakturu pro plynové kotle na zemní plyn o tepelném výkonu 0,2 – 5 MW dle nařízení vlády č. 352/2002 Sb. Jde o nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot funkce. Jde o ekologicky pesimistické hodnocení kritéria. Transformační funkce je dána oborem hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $<0, 320>$ (0 – žádné emise CO; 320 – maximální emisní faktor CO) a je určena vztahem

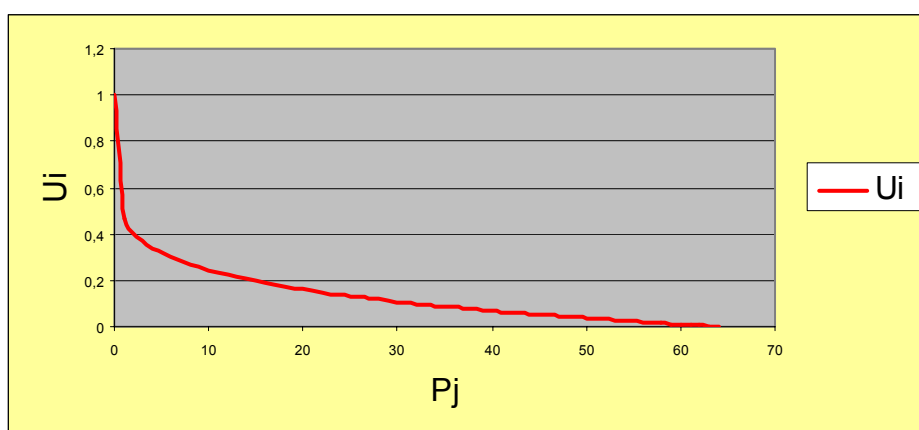
$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,31}, \text{ kde } P_{\max} = 320; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 320.$$

Graf č. 24: Oxid uhelnatý**5.2.25 Organické látky OC (v kg.1 mil m³ zemního plynu⁻¹)**

Kritérium “organické látky“ vychází z emisního fakturu pro plynové kotle na zemní plyn o tepelném výkonu 0,2 – 5 MW dle nařízení vlády č. 352/2002 Sb. Jde o nepřímou závislost funkce U_i na hodnotách ukazatele P_j , dochází k radikálnímu poklesu užitečnosti v oblasti nejlepších hodnot funkce. Jde o ekologicky pesimistické hodnocení kritéria. Transformační funkce je dána oborem hodnot $P_j^{(y)}$ na intervalu $<0, 64>$ (0 – žádné emise OC; 64 – maximální emisní faktor OC) a je určena vztahem

$$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,15}, \text{ kde } P_{\max} = 64; P \text{ nabývá hodnot } 0 - 64.$$

Graf č. 25: Organické látky



6. Ověření nově vytvořených transformačních funkcí (algoritmů) metody TUKP na praktickém příkladu

Tato disertační práce by nebyla úplná, pokud by nedošlo k ověření nově vytvořených transformačních funkcí (algoritmů), které jsou popsány v kapitole č. 5 na praktických příkladech. Pro tento účel byly vybrány dva záměry. Prvním je posouzení čtyř variant záměru vybudování velkoskladu firmy LIDL u obce Stránecká Zhoř (viz kapitoly 6.1 až 6.4) a druhým potom posouzení tří variant záměru vybudování logistického centra firmy van Gansewinkel v Ostravě – Bartovicích (kapitoly 6.5 až 6.8).

V prvním praktickém případě byla použita diplomová práce pana Lukáše Řehy, který využil matematickou metodu hodnocení impaktu TUKP při posuzování čtyř variant záměru vybudování velkoskladu pro zásobování sítě vlastních maloobchodních prodejen firmy LIDL. Ve své diplomové práci uplatnil pan Řeha až na jeden případ vygenerování transformačních funkcí z maticové tabulky vstupních údajů. Já jsem ve své disertační práci vytvořil reálné transformační funkce, a protože jsou obě skupiny funkcí vytvořeny v rámci stejné metody TUKP jsou plně kompatibilní a tedy porovnatelné.

Jak již bylo uvedeno výše, vygenerované transformační funkce jsou vytvořeny pouze pro účely určitého projektu, ale reálné transformační funkce jsou použitelné obecně. Pokud se tedy budou výsledky pořadí variant záměru shodovat, potom jsou vytvořené reálné transformační funkce nastaveny optimálně.

Druhý praktický případ je oznámení logistického centra firmy van Gansewinkel v Ostravě – Bartovicích (ve smyslu zák. č. 100/2001 Sb., v platném znění). Jedná se o expertní posouzení tří variant tohoto záměru, které bude porovnáno s posouzením pomocí vytvořených transformačních funkcí. Budou-li se výsledky prioritního pořadí variant záměru shodovat u obou metod posuzování, potom lze vytvořené reálné transformační funkce považovat za optimálně nastavené.

6.1 Popis posuzovaného záměru velkoskladu firmy LIDL [20]

Posuzovaným záměrem je vybudování velkoskladu pro zásobování sítě vlastních maloobchodních prodejen firmy LIDL jehož součástí bude rovněž administrativní zázemí společnosti. Záměr je vypracován ve čtyřech variantách, které se od sebe liší velikostí zastavěné plochy, objemem skladovacích možností a množstvím zaměstnanců. Tyto parametry následně ovlivňují další aspekty realizace a chodu velkoskladu, jako například množství odpadních vod, zvýšení emisních faktorů odvíjející se např. od množství zaměstnanců dopravujících se osobními automobily, nebo obsluhou záměru nákladními automobily. Varianty se od sebe neliší technologií ani sortimentem skladovaných surovin.

Záměr logistického centra společnosti LIDL má být umístěn východně od obce Stránecká Zhoř mezi dálnicí D1 a silnicí II/602. Tato lokalita je výhodná jak pro zásobování oblasti Čech, tak i Moravy a proto si ji společnost LIDL zvolila jako lokalitu pro své logistické centrum. Dobrá dostupnost logistického centra se bude opírat o napojení vlastní příjezdové komunikace na silnici II/602 a tímto o následné propojení s dálnicí D1. Záměr je v souladu s územním plánem obce Stránecká Zhoř, dle kterého se pozemek, na kterém má dojít k výstavbě areálu logistického centra nachází v území průmyslové výstavby.

Logistické centrum bude obdélníkového tvaru, ve variantách I, II a III je uvažována celková užitná plocha jako jednopodlažní, varianta IV je uvažována jako dvoupodlažní. V prostoru sociálního zařízení a šaten je včleněno mezipatro pro domovní techniku. Na východní straně haly je navržena přístavba odpadového hospodářství a na jižní straně se nachází přístavba dvoupodlažní nepodsklepené administrativní budovy. Opláštění skladu bude trapézovým plechem potaženým vrstvou plastu, administrativní budova bude zděná s plastovými okny. Skladová hala bude mít sedlovou střechu s mírným spádem, administrativní budova a přístavek odpadového hospod. bude osazen plochou střechou. Hlavní vstup do skladu bude z východní strany administrativní budovy. Tento vstup bude určen pro zástupce vedení společnosti, zaměstnance administrativy, technické pracovníky a návštěvy. Po obvodě sklad. haly jsou navrženy další vstupy určené pro skladové dělníky a zaměstnance kanceláří příjmu a výdeje zboží. Tyto vchody budou také sloužit jako únikové cesty. Podlaha skladu je navržena na úrovni +1,3 m nad přilehlými manipulačními

plochami. Pro příjem a výdej zboží budou na jižní a severní straně osazena sekční vrata. Součástí každých vrat bude stacionární překladový můstek.

Členění skladu:

- sklad s vysokými regály s prostorem pro vstup a výstup zboží,
- volné skladování s prostorem pro vstup a výstup zboží,
- nabíjecí stanice s přílehlou dílnou - dobíjení akumulátorů vysokozdvížných a nízkozdvížných vozíků,
- chladírna rozdělená na Tiko-(mrazírna), MoPro-(mléčné produkty), prostor masa a prostor ovoce/zelenina se společným prostorem pro vstup a výstup zboží,
- nepotravinové zboží,
- prostory technického zázemí (nad prostorem nepotravinového zboží),
- odpadové hospodářství.

Sklad bude dále obsahovat vestavby kanceláří příjmu a výdeje zboží a sociální zařízení.

Podrobnější popis záměru viz citovaná diplomová práce [20].

6.2 Charakteristika přímých vlivů záměrů na životní prostředí; hlavní impakty záměru [20]

Jednotlivé varianty záměru logistického centra byly posuzovány dle impaktů, které byly kvantifikovány v dokumentaci [21] logistického centra a jsou to následující:

- dopady na půdu,
- vlivy na ovzduší a klima,
- znečištění vody.

6.2.1 Zábor půdy

Navržená stavba se nachází na území (pozemek parcelního čísla 96/35) zemědělsky využívaném, při její realizaci dojde k záboru půdy a pro navrhovanou stavbu bude nutné trvalé vynětí cca 9,4 ha pozemků ze ZPF. Lokalita území nespadá do oblasti s povrchovou nebo hlubinnou těžbou nerostných surovin. Vliv na horninové prostředí a nerostné surovinové zdroje se neprojeví. Charakter výstavby neovlivní hydrologické charakteristiky. K ukládání odpadů v lokalitě stavby nebude docházet.

Záměr logistického centra byl podán ve čtyřech variantách, které se liší mj. velikostí záboru půdního fondu. Celkový zábor půdního fondu bude u všech variant stejný a to přibližně 9,4 ha. Zastavěná plocha je nejmenší u varianty IV přibližně 2,02 ha a největší u varianty III přibližně 3,54 ha. Varianta IV tedy využívá zhruba 22 % celkové plochy, zatímco varianta III přibližně 38 % z celkové záboru půdy. U varianty IV ovšem musí být zakalkulován fakt, že se jedná o jedinou dvoupatrovou variantu, tudíž navzdory nejmenší zastavěné ploše bude celková užitná plocha dvojnásobná. Varianta IV se svojí užitnou plochou rozlohy 40 400 m² největší skladovací kapacitu.

Tabulka č. 4: Jednotlivé plochy záboru půdy [20]

Zábor půdy		Varianta			
		I	II	III	IV
Zastavěná plocha	m ²	25 200	30 150	35 400	20 200
Zpevněné plochy	m ²	20 700	25 600	30 800	24 650
Příjezdová komunikace	m ²	1 615	1 655	1 705	1 660
Plochy zeleně	m ²	46 424	36 534	26 034	47 429
Celková plocha	m ²	93 939	93 939	93 939	93 939

6.2.2 Ovzduší – emise

Logistické centrum LIDL Stránecká Zhoř bude novým zdrojem emisí a to ve dvou formách. První formou znečištění ovzduší bude bodový zdroj v samotném objektu stavby, bude se jednat o plynovou kotelnu, která bude mít funkci vytápění objektu a ve všech čtyřech variantách bude osazena dvěma kotli o různých emisních objemech škodlivin, odvislých od celkové užitné plochy záměru, kterou bude nutno vytápět. Druhou formou znečištění ovzduší je liniový zdroj, který bude zastoupen silniční dopravou, která bude potřebná k obsluze a samotnému provozu logistického centra. Silniční doprava produkuje emise znečišťujících látek - tuhé znečišťující látky (TZL), oxid siřičitý (SO₂), oxid dusičitý (NO₂), oxidy dusíku (NO_x), oxid uhelnatý (CO), benzen, benzo(a)pyren a jiné anorganické a organické látky. Vytápění (kotelna) zemním plynem produkuje emise znečišťujících látek - oxid dusičitý (NO₂), oxidy dusíku (NO_x), oxid uhelnatý (CO), tuhé znečišťující látky (TZL), oxid siřičitý (SO₂) a jiné anorganické a organické látky. Další podrobnosti o bodových a liniových zdrojích znečištění jsou uvedeny v diplomové práci [20].

Tabulka č. 5: Celkové roční emise vytápění logistického centra [20]

Škodlivina	Emise			
	<i>Varianta I</i>	<i>Varianta II</i>	<i>Varianta III</i>	<i>Varianta IV</i>
	kg.rok ⁻¹	kg.rok ⁻¹	kg.rok ⁻¹	kg.rok ⁻¹
TZL	2,42	2,90	3,40	3,60
SO ₂	1,17	1,40	1,64	1,74
NO _x	232,28	277,96	326,24	345,49
CO	38,72	46,33	54,38	57,59
OC	7,75	9,27	10,88	11,52

Tabulka č. 6: Celkové roční emise – dopravní obsluha logistického centra [20]

Škodlivina	Emise			
	<i>Varianta I</i>	<i>Varianta II</i>	<i>Varianta III</i>	<i>Varianta IV</i>
	kg.rok ⁻¹			
NO ₂	1712,18	1755,57	1808,00	1760,99
NO _x	5824,00	5971,60	6149,95	5990,05
CO	3262,85	3345,54	3445,46	3388,88
Benzen	17,78	18,23	18,78	18,29
Benzo(a)pyren	11,45	11,74	12,09	11,78

6.2.3 Odpadní vody

Během provozu logistického centra bude docházet ke vzniku technologické a splaškové odpadní vody. Areál objektu pak dále bude zdrojem dešťových odpadních vod ze zpevněných a manipulačních ploch a ze střech objektů.

Technologická odpadní voda pro provozní účely

Tato voda bude převážně využívána pro doplňování okruhu ÚT a chlazení, další její funkcí bude údržba zeleně v přilehlých plochách logistického centra. Spotřeba technologické odpadní vody je pro všechny čtyři varianty rozdílná. Pro zajištění vody pro vnější požární zabezpečení objektu bude po obvodě areálu zokruhován vodovodní řad pro odběr 40 l/s, tlak min. 0,2 MPa. Na řad se vsadí 6 kusů nadzemních hydrantů. Rozvod je napájen z objektu SHZ, kde je zásobní nádrž požární vody. Pro vnitřní systém hydrantů je zajištěn příkon požární vody 2 x 1,1 l/s. Potřeba vody musí být souladu s ČSN 73 0873.

Splašková odpadní voda pro sociální účely

Jedná se o splaškové odpadní vody ze sociálních zařízení zaměstnanců. Tyto vody budou odváděny navrženou splaškovou kanalizací s napojením na vlastní ČOV. Návrh ČOV je proveden pro množství spotřebované vody zaměstnanci, ve výpočtu spotřeby vody

zaměstnanci je rozrůzněna odlišná spotřeba vody podle různého počtu pracovníků v určitých variantách záměru a samotné spotřeby podle nároků na množství vody potřebné k sociálním účelům. S ohledem na výpočtovou spotřebu vody je navrženo osadit čistírnu odpadních vod typem AS - VARIOCOMP - 75. Výrobce je ASIO s.r.o., Tuřanka 1, Brno. Jedná se o biologickou ČOV s komplexně uzavřenou technologií a s dočištěním odváděného vzduchu. Čistírna je dodávána jako samonosný plastový kontejner.

Další podrobnosti o technologických a splaškových odpadních vodách jsou uvedeny v diplomové práci [20].

Tabulka č. 7: Celkové množství technologických odpadních vod [20]

Technologické odpadní vody	Množství odpadních vod			
	Varianta I	Varianta II	Varianta III	Varianta IV
	m ³ .rok ⁻¹			
Celkové množství	3466,0	2832,7	2160,0	3690,0

Tabulka č. 8: Celkové množství splaškových odpadních vod [20]

Varianta			
I	II	III	IV
m ³ .rok ⁻¹			
2268	2916	3168	4140

Tabulka č. 9: Znečištění splaškových odpadních vod [20]

Varianta	Ukazatel znečištění splaškových vod			
	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N – NH ₄
	mg.l ⁻¹			
I	607	1214	513	112
II	611	1222	516	113
III	614	1228	518	113
IV	626	1252	529	115

6.2.4 Hluk

Z provedených modelových výpočtů hluku pro účely dokumentace záměru [21] vyplynulo, že hlukové změny způsobené dopravním zatížením lze považovat za zcela akusticky nevýznamné a pro účely hodnocení projektu metodou TUKP se budeme zabývat pouze hlukem ze stacionárních zdrojů.

Hluk spojený s provozem samotného objektu logistického centra bude pocházet především ze vzduchotechnické jednotky a kondenzační jednotky klimatizace a chlazení. Plynové kotle a náhradní zdroj elektrické energie budou instalovány uvnitř objektu. Instalace těchto zdrojů hluku a stavební provedení místností, ve kterých budou instalovány, zaručuje, že nedojde k šíření nadlimitního hluku uvnitř stavby do chráněných místností. Protože konkrétní typy a výkon těchto zařízení budou specifikovány až v dalším stupni projektové dokumentace, byl provozní stav těchto zařízení modelován jako nejhorší možný pro každou z variant dle vlastních rozdílných parametrů záměru. Všechny čtyři varianty vycházejí z předpokladu, že části vzduchotechnických jednotek bez tlumičů a kondenzačních jednotek emitující hlukové zatížení do okolí budou usazeny na střeše objektu ve vzdálenosti cca 350 m od nejbližší zástavby. Tyto zdroje hluku budou v provozu v denní i noční době. Maximální hladiny hluku z těchto zdrojů na okraji nejbližší obytné zástavby jsou uvedeny v následující tabulce č. 10:

**Tabulka č. 10: Max. hladiny hluku ze stacionárních zdrojů
na okraji nejbližší obytné zástavby (350 m) [20]**

Zdroj	Varianta			
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
VZT + Klimatizace	Výsledná $L_{Aeq,T}$ [dB]			
	40,5	41,0	41,5	39,5

V souvislosti s uvedenými výhledovými hodnotami hlukového zatížení je nutno poznamenat, že běžně se tyto jednotky osazují účinnými tlumiči hluku, tzn. že skutečně dosahované hodnoty budou podstatně nižší než vypočtené.

Hlavní impakty řešeného záměru logistického centra, tak jak jsou popsány výše, tvoří vstupní údaje katalogu kritérií. Tento katalog potom tvoří vstupní data pro oba druhy transformačních funkcí. A to jak pro vygenerované funkce v rámci diplomové práce pana Řehy, tak pro samotné ověření platnosti reálných transformačních funkcí vytvořených v této disertační práci. Katalog kritérií je uveden v následující tabulce č. 11:

Tabulka č. 11: Katalog kritérií posuzovaného záměru logistického centra [20]

P_j	Kritérium	Rozměr
1	Zastavěná plocha - velikost zastavěné plochy, viz tabulka č. 4	m ²
2	Technologické odpadní vody pro provozní účely - celkový objem, viz tabulka č. 7	m ³ .rok ⁻¹
3	Splašková odpadní voda pro sociální účely - celkový objem, viz tabulka č. 8	m ³ .rok ⁻¹
4	Splašková odpadní voda - BSK ₅ - hodnota ukazatele BSK ₅ ve splaškových vodách, viz tabulka č. 9	mg.l ⁻¹
5	Splašková odpadní voda - CHSK _{Cr} - hodnota ukazatele CHSK _{Cr} ve splaškových vodách, viz tabulka č. 9	mg.l ⁻¹
6	Splašková odpadní voda – NL - hodnota ukazatele NL ve splaškových vodách, viz tabulka č. 9	mg.l ⁻¹
7	Splašková odpadní voda - NH ₄ – N - hodnota ukazatele NH ₄ – N ve splaškových vodách, viz tabulka č. 9	mg.l ⁻¹
8	Množství emisí z bodových zdrojů – TZL - celkové množství emisí TZL z bodových zdrojů, viz tabulka č. 5	kg.rok ⁻¹
9	Množství emisí z bodových zdrojů – SO ₂ - celkové množství emisí SO ₂ z bodových zdrojů, viz tabulka č. 5	kg.rok ⁻¹
10	Množství emisí z bodových zdrojů – NO - celkové množství emisí NO z bodových zdrojů, viz tabulka č. 5	kg.rok ⁻¹
11	Množství emisí z bodových zdrojů – CO - celkové množství emisí CO z bodových zdrojů, viz tabulka č. 5	kg.rok ⁻¹
12	Množství emisí z bodových zdrojů – OC - celkové množství emisí OC z bodových zdrojů, viz tabulka č. 5	kg.rok ⁻¹
13	Množství emisí z liniových zdrojů - NO _x - celkové množství emisí NO _x z liniových zdrojů, viz tabulka č. 6	kg.rok ⁻¹
14	Množství emisí z liniových zdrojů – NO ₂ - celkové množství emisí NO ₂ z liniových zdrojů, viz tabulka č. 6	kg.rok ⁻¹
15	Množství emisí z liniových zdrojů – CO - celkové množství emisí CO z liniových zdrojů, viz tabulka č. 6	kg.rok ⁻¹
16	Množství emisí z liniových zdrojů – benzen - celkové množství emisí benzenu z liniových zdrojů, viz tabulka č. 6	kg.rok ⁻¹
17	Množství emisí z liniových zdrojů – benzo(a)pyren - celkové množství emisí benzo(a)pyrenu z liniových zdrojů, viz tabulka č. 6	kg.rok ⁻¹
18	Hluk - příspěvek varianty k hodnotě L _{Aeq} , viz tabulka č.19	dB(A)

6.3 Vlastní posouzení impaktu záměru log. centra na životní prostředí (dle vygenerovaných funkcí v rámci diplomové práce pana Řehy) [20]

Vlastní postup posuzování variant záměru metodou TUKP je uveden v kapitole č. 4.2 této disertační práce, proto budou na tomto místě prezentovány pouze výsledné hodnoty diplomové práce pana Řehy.

Z katalogu kritérií P_j posuzovaného záměru logistického centra (tabulky č. 11) byla vytvořena níže uvedená maticová tabulka č. 12 vstupních údajů metody TUKP, která zároveň slouží jako soubor posuzovaných variant pro multikriteriální analýzu.

Tabulka č. 12: Maticová tabulka vstupních údajů [20]

	Varianta			
P_j	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
1	25 200	30 150	35 400	20 200
2	3466,0	2832,7	2160,0	3690,1
3	2268	2916	3168	4140
4	607	611	614	626
5	1214	1222	1228	1252
6	513	516	518	529
7	112	113	113	115
8	2,42	2,90	3,40	3,60
9	1,17	1,40	1,64	1,74
10	232,28	277,96	326,24	345,49
11	38,72	46,33	54,38	57,59
12	7,75	9,27	10,88	11,52
13	5824,00	5971,60	6149,95	5990,05
14	1712,18	1755,57	1808,00	1760,99
15	3262,85	3345,54	3445,46	3355,88
16	17,78	18,23	18,78	18,29
17	11,45	11,74	12,09	11,78
18	40,5	41,0	41,5	39,5

Jak je uvedeno v úvodu kapitoly č. 6, pan Řeha ve své diplomové práci využil kombinaci uplatnění jedné reálné transformační funkce (pro P_j 18), která je převzata z elementárního katalogu metody TUKP a dále vygeneroval vlastní transformační funkce pro dané kritérium z maticové tabulky č. 12. Samotné výpočty zmíněných transformačních funkcí jsou podrobně popsány v diplomové práci a jsou uvedeny v příloze č. 1 této disertační práce. Na tomto místě tedy uvádím pouze konečné závěry posuzování metodou

TUKP a to tabulku č. 13 – genezi transformačních funkcí užitku $U_j = f_j(P_j)$, tabulku č. 14 – hodnoty dílčích funkcí užitku $U_j = f_j(P_j)$ a tabulku č. 15 – hodnotu celkové funkce užitku U_i pro jednotlivé varianty a pořadí variant podle této hodnoty.

Tabulka č. 13: Geneze transformačních funkcí užitku $U_j = f_j(P_j)$ [20]

J	P _(min)	P _(max)	P _(prům.)	D	P _(poč)	P _(konec.)	k
1	20 200	35 400	27 737,5	1520	18 680	36 920	0,9903
2	2 160	3690	3037,2	153,01	2006,99	3843,11	1,1995
3	2268	4140	3123	187,2	2080,8	4327,2	0,9024
4	607	626	614,5	1,9	605,1	627,9	0,7823
5	1214	1452	1229	3,8	1210,2	1255,8	0,7823
6	513	529	519	1,6	511,4	530,6	0,7479
7	112	115	113,25	0,3	111,7	115,3	0,8227
8	2,42	3,60	3,08	0,118	2,302	3,718	1,1573
9	1,17	1,74	1,4875	0,057	1,113	1,797	1,1507
10	232,28	345,49	295,4925	11,321	220,959	356,811	1,1545
11	38,72	57,59	49,255	1,887	36,833	59,477	1,1545
12	7,75	11,52	9,855	0,377	7,373	11,897	1,1546
13	5824	6149,95	5983,9	32,595	5791,405	6185,545	0,9672
14	1712,18	1808	1759,185	9,582	1702,598	1817,582	0,9775
15	3262,85	3445,46	3352,4325	18,261	3244,589	3463,721	0,9775
16	17,78	18,78	18,27	0,1	17,68	18,88	0,9764
17	11,45	12,09	11,765	0,064	11,386	12,765	0,9815
18	Převzato z elementárního katalogu kritérií [22]						

Tabulka č. 14: Hodnoty dílčích funkcí užitku $U_j = f_j(P_j)$ [20]

U _j	Varianta			
	I	II	III	IV
U ₁	0,6390	0,3683	0,0826	0,9146
U ₂	0,2410	0,6166	0,9492	0,0991
U ₃	0,8938	0,5905	0,4805	0,0755
U ₄	0,8569	0,6527	0,5209	0,0658
U ₅	0,8569	0,6527	0,5209	0,0658
U ₆	0,8441	0,6565	0,5501	0,0630
U ₇	0,8705	0,5674	0,5674	0,0691
U ₈	0,9436	0,6312	0,2550	0,0958
U ₉	0,9427	0,6319	0,2592	0,0953
U ₁₀	0,9432	0,6331	0,2550	0,0956
U ₁₁	0,9432	0,6333	0,2551	0,0956
U ₁₂	0,9433	0,6334	0,2547	0,0956
U ₁₃	0,9103	0,5309	0,0875	0,4846
U ₁₄	0,9119	0,5312	0,0815	0,4844
U ₁₅	0,9119	0,5312	0,0815	0,4843

U_{16}	0,9116	0,5332	0,0815	0,4835
U_{17}	0,9128	0,5324	0,0819	0,4806
U_{18}	0,9562	0,9400	0,9241	0,9897
$\Sigma_j U_j$	14,5888	10,2100	5,7385	5,1749
$U_i (= 1/18 \Sigma_j U_j)$	0,8574	0,6037	0,3494	0,2910

**Tabulka č. 15: Hodnota celkové funkce užitku U_i pro jednotlivé varianty
a pořadí variant podle této hodnoty [20]**

	Varianta			
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
U_i	0,8574	0,6037	0,3494	0,2910
Pořadí variant	1	2	3	4

Pro výpočet hodnoty celkové funkce užitku byl v diplomové práci pana Řehy použit rovnocenný význam všech ukazatelů kritérií. Posouzení bylo provedeno na základě souboru 18 ukazatelů dle podkladů dokumentace záměru vypracované dle litery zákona 100/2001 Sb., O posuzování vlivů na ŽP. Výstupem řešení je hodnota celkové funkce užitku U_i , která stanovila následnou preferenci variant záměru logistického centra:

Varianta I > Varianta II > Varianta III > Varianta IV.

6.4 Posouzení impaktu záměru logistického centra na životní prostředí (dle reálných transformačních funkcí vytvořených touto disertační prací)

Jak bylo popsáno výše, ve své diplomové práci uplatnil pan Řeha vygenerované transformační funkce a pouze v případě hlukového kritéria použil reálnou transformační funkci převzatou z elementárního katalogu. V této části disertační práce bude záměr velkoskladu společnosti LIDL posouzen reálnými transformačními funkcemi vytvořenými touto disertační prací (kritéria č. 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12), dále reálnými transformačními funkcemi převzatými z elementárního katalogu funkcí (kritéria č. 4, 5, 6, 18) a dále vygenerovanými transformačními funkcemi převzatými z diplomové práce pana Řehy (kritéria č. 13, 14, 15, 16, 17).

Vlastní postup posuzování variant záměru metodou TUKP je uveden v kapitole č. 4.2 této disertační práce, proto budou v této kapitole popsány pouze ty kroky, které přímo souvisí s vlastním posuzováním metodou TUKP.

Z kapitoly 6.2 byla převzata tabulka č. 11, nebo-li katalog kritérií P_j posuzovaného záměru logistického centra. Z tohoto úvodního popisu jednotlivých kritérií, včetně jejich rozměrových hodnot, byla dále vytvořena maticová tabulka č. 12. Ta, stejně jako v případě posuzování panem Řehou v jeho diplomové práci, tvoří vstupní soubor posuzovaných variant samotné multikriteriální analýzy - metody TUKP.

6.4.1 Uplatnění reálných transformačních funkcí vytvořených touto disertační prací a převzatých z elementárního katalogu metody TUKP

Reálné transformační funkce vytvořené touto disertační prací budou vyčísleny pro následující kritéria: zastavěná plocha (P_1), technologické odpadní vody pro provozní účely (P_2), splašková odpadní voda pro sociální účely (P_3), splašková odpadní voda – $\text{NH}_4 - \text{N}$ (P_7), množství emisí z bodových zdrojů – TZL (P_8), množství emisí z bodových zdrojů – SO_2 (P_9), množství emisí z bodových zdrojů – NO (P_{10}), množství emisí z bodových zdrojů – CO (P_{11}), množství emisí z bodových zdrojů – OC (P_{12}).

Reálné transformační funkce převzaté z elementárního katalogu metody TUKP [22] budou vyčíslena pro následující kritéria: splašková odpadní voda – BSK_5 (P_4), splašková odpadní voda – CHSK_{Cr} (P_5), splašková odpadní voda – NL (P_6), hluk (P_{18}).

Ukazatelé kritérií a transformační funkce jsou uvedeny v následující tabulce č. 16.

Tabulka č. 16: Ukazatelé kritéria a transformační funkce vytvořené touto disertační prací a převzaté z elementárního katalogu metody TUKP

Index kritéria	Název kritéria	Ukazatel kritéria	Transformační funkce	Obor platnosti
j	P_j	$P_j(y)$	$U_j = f_j(P_j(y))$	pro $P_j(y)$
1	zastavěná plocha	míra využití půdy při výstavbě	$U_1 = 0,5 + 0,5 \cos\left(\frac{180P}{P_{\max}}\right)$	<0; 3>
2	Technologické odpadní vody pro provozní účely	míra vyvolaných škod	$U_2 = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}}\right)^{0,45}$	<0; 5>
3	splašková odpadní voda pro sociální účely	míra vyvolaných škod	$U_3 = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}}\right)^{0,5}$	<0; 5>
4	splašková odpadní voda – BSK ₅	biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅	1) $U_4 = 1 - 0,004 P_i^{2,32}$ 2) $U_4 = 0,004 |P_i - 16|^{2,32}$	<0; 8> <8; 16>
5	Splašková odpadní voda – CHSK ₅	chemická spotřeba kyslíku CHSK ₅	1) $U_5 = 1 - 0,004 P_i^{2,32}$ 2) $U_5 = 0,004 |P_i - 16|^{2,32}$	<0; 8> <8; 16>
6	Splašková odpadní voda – NL	nerozpuštěné látky	$U_6 = 1 - \left(\frac{P_{13}}{50}\right)^{3,27}$	<0; 50>
7	Splašková odpadní voda – NH ₄ – N	hodinová hmotnostní koncentrace	$U_7 = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}}\right)^{0,15}$	<0; 50>
8	množství emisí z bodových zdrojů – TZL	tuhé znečišťující látky	$U_8 = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}}\right)^{0,15}$	<0; 20>
9	množství emisí z bodových zdrojů – SO ₂	oxid siřičitý	$U_9 = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}}\right)^{0,24}$	<0; 9,6>
10	množství emisí z bodových zdrojů – NO	oxidy dusíku	$U_{10} = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}}\right)^{0,19}$	<0; 1920>
11	množství emisí z bodových zdrojů – CO	oxid uhelnatý	$U_{11} = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}}\right)^{0,31}$	<0; 320>
12	množství emisí z bodových zdrojů – OC	organické látky (organic compounds)	$U_{12} = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}}\right)^{0,15}$	<0; 64>
18	Hluk	zatížení prostředí trvalým hlukem	$U_{18} = 1,92 - \left[4,52 - \left(\frac{P_{18} - 40}{60} - 1,92\right)^2\right]^{0,5}$	<39; 100>

Dosažením relevantních hodnot P_j převzatých z maticové tabulky č. 12 do vztahů uvedených u jednotlivých kritérií P_j v tabulce č. 16 byly získány následující hodnoty dílčích funkcí užítu U_j pro jednotlivé varianty – tabulka č. 17. Podrobně jsou jednotlivé

funkce užitku U_j získané uplatněním reálných transformační funkcí vytvořených touto disertační prací a převzaté z elementárního katalogu metody TUKP uvedeny v příloze č. 2.

Tabulka č. 17: Hodnoty dílčích funkcí užitku U_j

U_j	Varianta			
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
U_1	0,6395	0,3706	0,0865	0,9135
U_2	0,2422	0,6148	1,0000	0,0955
U_3	0,8586	0,6000	0,4708	0,0726
U_4	0,8550	0,6584	0,5163	0,0638
U_5	0,8550	0,6584	0,5163	0,0638
U_6	0,8498	0,6584	0,5562	0,0639
U_7	0,8603	0,5816	0,5816	0,0692
U_8	0,2715	0,2515	0,2334	0,2268
U_9	0,3966	0,3700	0,3456	0,3363
U_{10}	0,3306	0,3073	0,2859	0,2781
U_{11}	0,4804	0,4507	0,4227	0,4124
U_{12}	0,2714	0,2516	0,2334	0,2268
U_{13}	0,9103	0,5309	0,0875	0,4846
U_{14}	0,9119	0,5312	0,0815	0,4844
U_{15}	0,9119	0,5312	0,0815	0,4843
U_{16}	0,9116	0,5332	0,0815	0,4835
U_{17}	0,9128	0,5324	0,0819	0,4806
U_{18}	0,9562	0,94	0,9241	0,9897
$\sum_j U_j$	12,4256	9,3724	6,5869	6,2299
$U_i (= 1/18 \sum_j U_j)$	0,6903	0,5207	0,3659	0,3461

6.4.2 Souhrn posouzení

V kapitole 6.4 byl posouzen záměr logistického centra, tj. velkoskladu firmy LIDL na základě transformačních funkcí vytvořených touto disertační prací v kapitole 5, dále na základě transformačních funkcí převzatých z elementárního katalogu kritérií metody TUKP a konečně na základě transformačních funkcí vygenerovaných v diplomové práci pana Řehy. Tyto vygenerované transformační funkce byly převzaty z toho důvodu, že pro specifická kritéria č. 13, 14, 15, 16 a 17 nebylo možno vytvořit takové algoritmy, které by

platily obecně. Přesto se oba způsoby posuzování řešené v kapitole 6 liší natolik, že je možné jejich výsledky porovnat a vyhodnotit, zda jsou nově vytvořené transformační funkce nastaveny optimálně.

Na základě vypočtených dílčích funkcí užitku uvedených v tabulce č 17 byla také určena celková funkce užitku jejíž hodnoty jsou rovněž uvedeny v tabulce č. 17. a to na základě vztahu uvedeného v kapitole 4.2. Hodnoty celkových funkcí užitku pro jednotlivé varianty a konečné pořadí variant je uvedeno v tabulce č. 18.

**Tabulka č. 18: Hodnota celkové funkce užitku U_i pro jednotlivé varianty
a pořadí variant podle této hodnoty**

	Varianta			
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
U_i	0,6903	0,5207	0,3659	0,3461
Pořadí variant	1	2	3	4

Pro výpočet hodnoty celkové funkce užitku byl stejně jako v případě diplomové práce pana Řehy použit rovnocenný význam všech ukazatelů kritérií a to z toho důvodu, že posuzované kritéria jsou zejména z kategorie dopadu záměru na základní složky ŽP (tj. ovzduší, voda). Posouzení bylo provedeno na základě souboru 18 ukazatelů dle podkladů dokumentace záměru vypracované dle litery zákona č. 100/2001 Sb., O posuzování vlivů na ŽP. Výstupem řešení je hodnota celkové funkce užitku U_i , která stanovila následnou preferenci variant záměru logistického centra:

Varianta I > Varianta II > Varianta III > Varianta IV.

Vzhledem k tomu, že výsledky posuzování různými způsoby metody totálního ukazatele kvality prostředí jsou totožné, lze konstatovat, že nově vytvořené transformační funkce jsou nastaveny optimálně a použitelné v praxi pro stejná kritéria jako v případě řešeného záměru logistického centra společnosti LIDL.

6.5 Popis posuzovaného záměru logistického centra firmy van Gansewinkel v Ostravě – Bartovicích [25]

Posuzovaným záměrem je vybudování logistického centra firmy van Gansewinkel v Ostravě – Bartovicích. Jedná se o přestavbu a úpravu stávající haly A v areálu firmy Alpine stavební společnost, a. s. ke shromažďování nebezpečných a třídění a lisování ostatních odpadů. Stavební úprava a provedení haly musí být vybudováno tak, aby bylo možno odpady shromažďovat a skladovat před odvozem k jejich odstranění v souladu s § 5 – 7 vyhlášky MŽP č. 383/2001 Sb., v platném znění. Soustředování se bude dít na dobu nezbytně nutnou z důvodu vytížení dopravních prostředků – po shromáždění transportního množství budou odpady předány oprávněným osobám ve smyslu zákona č 185/2001 Sb., v platném znění.

Záměr je vypracován ve třech variantách, které se od sebe liší množstvím zaměstnanců a objemem skladovacích možností. Tyto parametry ve svém důsledku ovlivňují další aspekty realizace a chodu logistického centra, např. množství odpadních vod, zvýšení emisních faktorů v návaznosti na množství a frekvenci nákladních a osobních automobilů. Varianty se od sebe neliší technologií ani druhy skladovaných odpadů.

Logistické centrum bude umístěno v areálu společnosti Alpine, Šenovská ulice č. 463/393, v lokalitě zvané Podzámčí. Vjezd do areálu je z ulice Pod Bažantnicí, jeho rozloha činí 2,5 ha. Lokalita se nachází mimo veškerá ochranná pásma vodních zdrojů, ostatní hygienická ochranná pásma, ochranné pásmo vodního toku, vyhlášené inundační území řeky Lučiny, hranice ploch památkového zájmu a hranice potenciálních archeologických nalezišť. Území je již využíváno k průmyslové činnosti a jde pouze o změnu funkce využívání výrobní haly.

Hala A bude přestavěna pro výše uvedené potřeby. Jedná se o částečnou opravu většiny konstrukcí a povrchů objektu. Předpokládá se zejména výměna oken, dveří a zárubní, vnitřních omítek a podlah, nová vnitřní hydroizolace podlah, opravy stropních konstrukcí, resp. instalace podhledů, oprava fasády, venkovní nezpevněné plochy atd. V rámci rekonstrukce budou provedeny změny dispozice. V současnosti není sociální objekt využíván, nově bude využíván jako kanceláře a šatny, hala A potom bude sloužit jako sklad odpadů a hořlavých kapalin a jako dílny. Zcela nově budou provedeny rozvody elektroinstalace, vytápění a zdravotnické, přípojka a rozvod plynu a pitné vody.

Kanalizace dešťové vody a vod z parkovacích ploch a splaškové vody s čištěním budou rovněž řešeny nově, stejně jako kanalizace a čištění odpadních vod z mytí aut. Kromě samotné haly bude postupně rekonstruováno i okolí haly. Předně bude provedena demolice stávajícího nefunkčního zařízení, tj. potrubních mostů a rozvodů, dále demolice stávající budovy olejového hospodářství a demolice stávajícího záložního zdroje – kotelny.

Stávající hala (A) a sociální budova bude koncepčně řešena tak, že na jižní straně u vjezdu do areálu z ulice Pod Bažantnicí bude vybudováno třípodlažní administrativní centrum se sociálním zázemím a kotelnou pro otop této části budovy. Zbývající část haly bude v profilu s výškou 11,2 m rozdělena příčnou dělicí stěnou, která má protipožární funkci a odděluje sklad odpadů a dílnu. Mezi administrativní částí a touto dělicí stěnou budou v profilu výšky 11,2 m dílny a garáže na ploše 17,8 x 17,9 m². K nakládání s odpady bude docházet v další části haly za dělicí stěnou. Zde v profilu výšky 11,2 m bude sklad nebezpečných a ostatních odpadů v provedení s chemicky odolnou podlahou a se zastropenou bezodtokovou jímkou objemu 1,0 m³, do které je celá plocha podlahy vyspádována. Sklad je vybaven roštovou podlahou a ochrannou záchytnou vanou pro případ zachycení rozlitých kapalných nebezpečných odpadů. Jednotlivé druhy odpadů budou uloženy v označených nepropustných shromažďovacích prostředcích (speciální kovové nebo plastové nádoby, kovové sudy, pevné plastové pytle, příp. původní obaly). Odpady zde budou uloženy:

- volně (v případě objemnějších druhů odpadů – elektrozařízení, elektroodpad, akumulátory),
- ve speciálních regálech,
- ve skladovacích prostředcích – sudech, speciálních nádobách, původních obalech.

V této části haly bude rovněž nakládáno s ostatními odpady, které zde budou dotřídovány a lisovány.

Podrobnější popis záměru viz citované oznámení záměru [25].

6.6 Charakteristika přímých vlivů záměru na životní prostředí; hlavní impakty záměru [25]

Jednotlivé varianty záměru logistického centra byly posuzovány dle impaktů, které byly kvantifikovány v oznámení [25] logistického centra a vycházejí z následujících oblastí:

- vlivy na znečištění vody,
- vlivy na ovzduší a klima.

6.6.1 Odpadní vody

Podle druhu znečištění budou z areálu logistického centra, tj. z haly A, sociálních zařízení, ze střech a z okolních zpevněných ploch a komunikací vypouštěny následující odpadní vody:

- odpadní vody zaolejované ze stání vozidel a mytí aut,
- splaškové vody ze sociálních a hygienických zařízení,
- dešťové neznečištěné vody ze střech a okolních zpevněných ploch a komunikací.

Areál nemá vlastní zdroj vody a proto je veškerá voda odebírána z městského vodovodního řádu. Přívod vody bude proveden nově přípojkou PE 50. Tato bude vyvedena v podlaze 1. NP, kde bude provedeno napojení na vnitřní rozvod administrativní budovy a hydranty PO v budově na schodišti (2 hydranty) a rovněž v hale (2 hydranty). Spotřeba technologické i splaškové odpadní vody je pro všechny tři varianty rozdílná a je závislá na množství a stáří nákladních automobilů a na množství a skladbě zaměstnanců (technici, dělníci, THP).

Technologická odpadní voda pro provozní účely

Bude se jednat zejména o spotřebu vody pro profesionální mycí zařízení nákladních automobilů (WAP) ve výši max. 1,2 m³/den.

Splašková odpadní voda pro sociální účely

Jedná se o splaškové odpadní vody ze sociálních zařízení zaměstnanců. Tyto vody z administrativní budovy budou odváděny do šachty a na ČOV. Je navržena ČOV typu Stainless Cleaner SC 20 EO s principem komplexního čištění založeném na biologickém čištění aktivovaným kalem udržovaným ve vzhledu a s předřazenou denitrifikací. Systém je

navržen jako nízkozatížená aktivace s nitrifikací a aerobní stabilizací kalu. Rozdělením na jednotlivé technologické prostory s cirkulačním okruhem je zajištěno komplexní čištění odpadní vody – denitrifikace, aktivační biodegradace, nitrifikace, separace aktivovaného kalu a jeho automatická cirkulace. Navržené technologické uspořádání může pracovat v režimu 30 až 120 % projektovaného zatížení. Předpokládaná účinnost čištění je 90 – 95 %, min. 80 %. Parametry vyčištěných vod jsou následující: BSK_5 20 – 60 mg/l, $CHSK_{Cr}$ 80 – 130 mg/l, NL 20 – 60 mg/l. ČOV bude zapuštěna do země vedle budovy a vyčištěné odpadní vody budou gravitačně odváděny do páteřní kanalizace D2 a následně vypouštěny do vyústí V1.

Další podrobnosti o technologických a splaškových odpadních vodách jsou uvedeny v citovaném oznámení záměru [25].

Tabulka č. 19: Celkové množství technologických odpadních vod [25]

Technologické odpadní vody	Množství odpadních vod		
	Varianta I	Varianta II	Varianta III
	$m^3 \cdot rok^{-1}$		
Celkové množství	255	306	204

Tabulka č. 20: Celkové množství splaškových odpadních vod [25]

Varianta		
I	II	III
$m^3 \cdot rok^{-1}$		
933,3	1055,7	856,8

Tabulka č. 21: Znečištění splaškových odpadních vod [25]

Varianta	Ukazatel znečištění splaškových vod			
	BSK_5	$CHSK_{Cr}$	NL	$N - NH_4$
	$mg \cdot l^{-1}$			
I	372	746	315,5	68,5
II	375	750	316,7	68,8
III	369	740	314,9	68,3

6.6.2 Ovzduší – emise

Logistické centrum firmy Van Gansewinkel v Ostravě – Bartovicích bude novým zdrojem emisí a to ve dvou formách. První formou znečištění ovzduší bude bodový zdroj v samotném objektu stavby. Objekt se bude nově vytápět zemním plynem. Administrativní část bude vybavena kotelnou a teplovodním systémem, pro halové prostory, tj. sklady a dílny, budou pouze použity přímotopné spotřebiče. Druhou formou jsou znečištění ovzduší z liniových zdrojů pocházejících z provozu vozidel. Je určeno na základě počtu osobních a nákladních vozidel zajišťujících dopravní obslužnost posuzovaného objektu za den a dále délky příjezdové komunikace, tj. v posuzovaném případě od ulice Pod Bažantnicí. Předpokládá se, že posuzovaný záměr bude v provozu 255 dnů v roce. Byly použity emisní faktory MEFA v. 02 pro oxid uhličitý (NO_2), oxidy dusíku (NO_x), oxid uhelnatý (CO), benzen a benzo(a)pyren (BaP) pro rok 2007. Převzato z internetových stránek MŽP. Emise oxidu dusičitého (NO_2) a benzenu bývají voleny v souvislosti s hodnocením zdravotních rizik ze silniční dopravy, kdy sloučenina NO_2 představuje “klasické” plynné polutanty nekarcinogenního typu, benzen je brán jako zástupce látek s karcinogenním účinkem. Jednotlivé varianty se liší dle velikosti vytápěné plochy a počtu vozidel dopravní obslužnosti. Liniové emise jsou v rámci variant posuzovány pouze v areálu logistického centra.

Další podrobnosti o zdrojích emisí viz citované oznámení záměru [25].

Tabulka č. 22: Celkové roční emise vytápění logistického centra [25]

Škodlivina	Emise		
	<i>Varianta I</i>	<i>Varianta II</i>	<i>Varianta III</i>
	kg.rok ⁻¹	kg.rok ⁻¹	kg.rok ⁻¹
TZL	0,37	0,39	0,35
SO ₂	0,18	0,18	0,17
NO _x	35,2	37,5	34,3
CO	5,9	6,3	5,7
OC	1,17	1,23	1,15

Tabulka č. 23: Celkové roční emise – dopravní obsluha logistického centra [25]

Škodlivina	Emise		
	Varianta I	Varianta II	Varianta III
	kg.rok ⁻¹		
NO ₂	100,4	112,0	95,3
NO _x	335,9	352,6	328,1
CO	197,5	207,5	191,8
Benzen	1,38	1,49	1,30
Benzo(a)pyren	0,47.10 ⁻³	0,51.10 ⁻³	0,45.10 ⁻³

6.6.3 Hluk

Z provedených modelových výpočtů hluku pro účely oznámení záměru [25] vyplynulo, že hlukové změny způsobené stacionárními zdroji a dopravou, čili liniovými zdroji lze v podstatě považovat za akusticky nevýznamné a proto nebyly v rámci dokumentace posuzovány ve variantách a nejsou tedy ani součástí matematického posuzování v rámci této disertační práce.

Hlavní impakty řešeného záměru logistického centra společnosti Van Gansewinkel, tak jak jsou popsány výše, tvoří vstupní údaje katalogu kritérií. Tento katalog potom tvoří vstupní data pro oba druhy transformačních funkcí. A to jak pro tzv. vygenerované funkce, tak pro reálné transformační funkce – vytvořené touto disertační prací a převzaté z elementárního katalogu. Katalog kritérií je uveden v následující tabulce č. 24:

Tabulka č. 24: Katalog kritérií posuzovaného záměru logistického centra [25]

P_j	Kritérium	Rozměr
1	Technologické odpadní vody pro provozní účely - celkový objem, viz tabulka č. 19	m ³ .rok ⁻¹
2	Splašková odpadní voda pro sociální účely - celkový objem, viz tabulka č. 20	m ³ .rok ⁻¹
3	Splašková odpadní voda - BSK ₅ - hodnota ukazatele BSK ₅ ve splaškových vodách, viz tabulka č. 21	mg.l ⁻¹
4	Splašková odpadní voda - CHSK _{Cr} - hodnota ukazatele CHSK _{Cr} ve splaškových vodách, viz tabulka č. 21	mg.l ⁻¹
5	Splašková odpadní voda – NL - hodnota ukazatele NL ve splaškových vodách, viz tabulka č. 21	mg.l ⁻¹
6	Splašková odpadní voda - NH ₄ – N - hodnota ukazatele NH ₄ – N ve splaškových vodách, viz tabulka č. 21	mg.l ⁻¹
7	Množství emisí z bodových zdrojů – TZL - celkové množství emisí TZL z bodových zdrojů, viz tabulka č. 22	kg.rok ⁻¹
8	Množství emisí z bodových zdrojů – SO ₂ - celkové množství emisí SO ₂ z bodových zdrojů, viz tabulka č. 22	kg.rok ⁻¹
9	Množství emisí z bodových zdrojů – NO - celkové množství emisí NO z bodových zdrojů, viz tabulka č. 22	kg.rok ⁻¹
10	Množství emisí z bodových zdrojů – CO - celkové množství emisí CO z bodových zdrojů, viz tabulka č. 22	kg.rok ⁻¹
11	Množství emisí z bodových zdrojů – OC - celkové množství emisí OC z bodových zdrojů, viz tabulka č. 22	kg.rok ⁻¹
12	Množství emisí z liniových zdrojů - NO _x - celkové množství emisí NO _x z liniových zdrojů, viz tabulka č. 23	kg.rok ⁻¹
13	Množství emisí z liniových zdrojů – NO ₂ - celkové množství emisí NO ₂ z liniových zdrojů, viz tabulka č. 23	kg.rok ⁻¹
14	Množství emisí z liniových zdrojů – CO - celkové množství emisí CO z liniových zdrojů, viz tabulka č. 23	kg.rok ⁻¹
15	Množství emisí z liniových zdrojů – benzen - celkové množství emisí benzenu z liniových zdrojů, viz tabulka č. 23	kg.rok ⁻¹
16	Množství emisí z liniových zdrojů – benzo(a)pyren - celkové množství emisí benzo(a)pyrenu z liniových zdrojů, viz tabulka č. 23	kg.rok ⁻¹

6.7 Vlastní posouzení impaktu záměru log. centra fy Van Gansewinkel na životní prostředí (dle expertního vyjádření v rámci oznámení záměru) [25]

Záměr vybudování logistického centra společnosti Van Gansewinkel v Ostravě Bartovicích byl vypracován ve třech variantách. Tyto se neliší svou podstatou, tj. způsobem nakládání s nebezpečnými odpady a technologiemi třídění a lisování ostatních využitelných složek odpadů, ale zejména množstvím obslužných nákladních vozidel a s tím souvisejícím množstvím emisí škodlivých plynů do ovzduší, dále množstvím řidičů, THP pracovníků a navazující spotřeby technologické a splaškové vody.

Je třeba konstatovat, že žádná z předložených variant záměru nijak zásadně nezvyšuje zatížení životního prostředí v navrhované lokalitě, protože se již jedná o místo s poměrně hustým provozem, které je součástí místní průmyslové zóny. Z navrhovaných variant záměru doporučuji k realizaci variantu č. 3. Tato varianta předpokládá nejnižší počet obslužných nákladních vozidel a ve všech sledovaných ukazatelích dosahuje nejnižšího zatížení životního prostředí emisemi plynů i související technologické a splaškové vody. Jako druhá vhodná možnost realizace se jeví varianta č. 2, které předpokládá nejmladší vozový park a tím i nižší emise výfukových plynů. Ovšem za předpokladu, že se sníží celkové navrhované množství obslužných nákladních vozidel.

6.8 Posouzení impaktu záměru logistického centra fy Van Gansewinkel na životní prostředí (dle vygenerovaných a vytvořených reálných transformačních funkcí TUKP)

Vlastní postup posuzování variant záměru metodou TUKP je uveden v kapitole č. 4.2 této disertační práce, proto budou v této kapitole popsány pouze ty kroky, které přímo souvisí s vlastním posuzováním tohoto záměru.

Výsledné pořadí variant záměru logistického centra společnosti Van Gansewinkel v Ostravě – Bartovicích bude posouzeno reálnými transformačními funkcemi převzatými z elementárního katalogu funkcí (kritéria č. 3, 4 a 5) a reálnými transformačními funkcemi vytvořenými touto disertační prací (kritéria 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11). K posouzení kritérií č. 12, 13, 14, 15 a 16 budou transformační funkce vygenerovány dle postupu uvedeného v kapitole č. 4.2. Jak již bylo uvedeno u předchozího praktického příkladu, tyto specifická kritéria emisí z liniových zdrojů jsou natolik variabilní, že nemá význam tvořit pro ně obecně platné reálné transformační funkce.

Z kapitoly 6.6 byla převzata tabulka č. 24, nebo-li katalog kritérií P_j posuzovaného záměru logistického centra. Z tohoto úvodního popisu jednotlivých kritérií, včetně jejich rozměrových hodnot, byla dále vytvořena níže uvedená maticová tabulka č. 25. Ta zároveň tvoří vstupní soubor posuzovaných variant samotné multikriteriální analýzy metody TUKP.

Tabulka č. 25: Maticová tabulka vstupních údajů [25]

P_j	Varianta		
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
1	255	306	204
2	933,3	1055,7	856,8
3	372	375	369
4	746	750	740
5	315,5	316,7	314,9
6	68,5	68,8	68,3
7	0,37	0,39	0,35
8	0,18	0,18	0,17
9	35,2	37,5	34,3
10	5,9	6,3	5,7
11	1,17	1,23	1,15
12	100,4	112,0	95,3
13	335,9	352,6	328,1
14	197,5	207,5	191,8
15	1,38	1,49	1,30
16	$0,47 \cdot 10^{-3}$	$0,51 \cdot 10^{-3}$	$0,45 \cdot 10^{-3}$

6.8.1 Uplatnění reálných transformačních funkcí vytvořených touto disertační prací a převzatých z elementárního katalogu metody TUKP

Reálné transformační funkce vytvořené touto disertační prací v kapitole 5.2 budou vyčísleny pro následující kritéria: technologické odpadní vody pro provozní účely (P_1), splašková odpadní voda pro sociální účely (P_2), splašková odpadní voda – $\text{NH}_4 - \text{N}$ (P_6), množství emisí z bodových zdrojů – TZL (P_7), množství emisí z bodových zdrojů – SO_2 (P_8), množství emisí z bodových zdrojů – NO (P_9), množství emisí z bodových zdrojů – CO (P_{10}), množství emisí z bodových zdrojů – OC (P_{11}).

Reálné transformační funkce převzaté z elementárního katalogu metody TUKP [22] budou vyčíslena pro následující kritéria: splašková odpadní voda – BSK₅ (P_3), splašková odpadní voda – CHSK_{Cr} (P_4), splašková odpadní voda – NL (P_5).

Ukazatelé kritérií a transformační funkce jsou uvedeny v následující tabulce č. 26.

Tabulka č. 26: Ukazatelé kritéria a transformační funkce vytvořené touto disertační prací a převzaté z elementárního katalogu metody TUKP

Index kritéria	Název kritéria	Ukazatel kritéria	Transformační funkce	Obor platnosti
j	P _y	P _j (y)	U _j = f _j (P _j (y))	pro P _j (y)
1	technologické odpadní vody pro provozní účely	míra vyvolaných škod	$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,45}$	<0; 5>
2	splašková odpadní voda pro sociální účely	míra vyvolaných škod	$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,5}$	<0; 5>
3	splašková odpadní voda – BSK ₅	biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅	1) $U_i = 1 - 0,004 P_i^{2,32}$ 2) $U_i = 0,004 |P_i - 16|^{2,32}$	<0; 8> <8; 16>
4	Splašková odpadní voda – CHSK ₅	chemická spotřeba kyslíku CHSK ₅	1) $U_i = 1 - 0,004 P_i^{2,32}$ 2) $U_i = 0,004 |P_i - 16|^{2,32}$	<0; 8> <8; 16>
5	Splašková odpadní voda – NL	nerozpuštěné látky	$U_{13} = 1 - \left(\frac{P_{13}}{50} \right)^{3,27}$	<0; 50>
6	Splašková odpadní voda – NH ₄ – N	hodinová hmotnostní koncentrace	$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,15}$	<0; 50>
7	množství emisí z bodových zdrojů – TZL	tuhé znečišťující látky	$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,15}$	<0; 20>
8	množství emisí z bodových zdrojů – SO ₂	oxid siřičitý	$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,24}$	<0; 9,6>
9	množství emisí z bodových zdrojů – NO	oxidy dusíku	$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,19}$	<0; 1920>
10	množství emisí z bodových zdrojů – CO	oxid uhelnatý	$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,31}$	<0; 320>
11	množství emisí z bodových zdrojů – OC	organické látky (organic compounds)	$U_i = 1 - \left(\frac{P}{P_{\max}} \right)^{0,15}$	<0; 64>

Dosažením relevantních hodnot P_j (1 – 11) převzatých z maticové tabulky č. 25 do vztahů uvedených u jednotlivých kritérií P_j v tabulce č. 26 byly získány hodnoty dílčích funkcí užítu U_i (1 – 11) pro jednotlivé varianty. Tyto hodnoty jsou ve společné výsledkové tabulce č. 28. Podrobně jsou jednotlivé funkce užítu U_i získané uplatněním reálných transformační funkcí vytvořených touto disertační prací a převzaté z elementárního katalogu metody TUKP uvedeny v příloze č. 3.

6.8.2 Uplatnění vygenerovaných transformačních funkcí metody TUKP

Samotný postup generování transformačních funkcí metody TUKP je uveden a převzat z kapitoly 4.2. Výsledné hodnoty posuzování jsou uvedeny v tabulce č. 27 (geneze transformačních funkcí užítku $U_j = f_j(P_j)$; pro kritéria 12 – 16). Údaje z tabulky č. 27 jsou společně s výsledky posuzování pomocí reálných transformačních funkcí (kritéria 1 – 11) uvedeny ve společné tabulce č. 28.

Tabulka č. 27: Geneze transformačních funkcí užítku $U_j = f_j(P_j)$

J	P_(min)	P_(max)	P_(prům.)	D	P_(poč)	P_(konc.)	k
12	95,3	112	102,57	1,67	93,63000	110,33000	1,10860
13	328,1	352,6	338,87	2,45	325,65000	350,15000	1,12306
14	191,8	207,5	198,93	1,57	190,23000	205,93000	1,17492
15	1,3	1,49	1,39	0,019	1,28100	1,47100	1,24740
16	0,00045	0,00051	0,00	6E-06	0,00044	0,00050	1,14007

Tabulka č. 28: Hodnoty dílčích a celkové funkce užítku

U_j	Varianta		
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
U ₁	0,561617	0,337895	1,000000
U ₂	0,336675	0,212599	0,653590
U ₃	0,502001	0,353338	0,609994
U ₄	0,622446	0,571252	0,692377
U ₅	0,626416	0,517936	0,688491
U ₆	0,110592	0,132651	0,074088
U ₇	0,450363	0,446006	0,454926
U ₈	0,614947	0,614947	0,620193
U ₉	0,532248	0,526589	0,534544
U ₁₀	0,710020	0,704063	0,713104
U ₁₁	0,451343	0,447212	0,452760
U ₁₂	0,632475	-0,111445	0,922125
U ₁₃	0,624174	-0,112978	0,924675
U ₁₄	0,595285	-0,118492	0,933153
U ₁₅	0,556555	-0,126245	0,943428
U ₁₆	0,614563	-0,114783	0,927567
Σ _j U _j	8,541720	4,280545	11,145013
U _i (= 1/16 Σ _j U _j)	0,533858	0,267534	0,696563

6.8.3 Souhrn posouzení

V kapitole 6.8 byl posouzen záměr logistického centra pro soustředování odpadů firmy Van Gansewinkel na základě transformačních funkcí vytvořených touto disertační prací v kapitole 5.2, dále na základě transformačních funkcí převzatých z elementárního katalogu kritérií metody TUKP a konečně na základě vygenerovaných transformačních funkcí. Tyto vygenerované transformační funkce byly vytvořeny z toho důvodu, že pro specifická kritéria č. 12, 13, 14, 15 a 16 nemá smysl tvořit obecně platné algoritmy. V rámci tohoto matematického posuzování záměru logistického centra firmy Van Gansewinkel bude tedy porovnáno expertní doporučení nejvhodnější varianty s matematickým posouzením pomocí metody TUKP. Po srovnání obou výsledků a jejich vyhodnocení lze usoudit, zda jsou nově vytvořené transformační funkce nastaveny optimálně.

Na základě vypočtených dílčích funkcí užitku uvedených v tabulce č. 28 byla také určena celková funkce užitku jejíž hodnoty jsou rovněž uvedeny v tabulce č. 28. a to na základě vztahu uvedeného v kapitole 4.2. Hodnoty celkových funkcí užitku pro jednotlivé varianty a konečné pořadí variant je uvedeno níže v tabulce č. 29.

Tabulka č. 29: Hodnota celkové funkce užitku U_i pro jednotlivé varianty a pořadí variant podle této hodnoty

	Varianta		
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
U_i	0,533858	0,267534	0,696563
Pořadí variant	2	3	1

Pro výpočet hodnoty celkové funkce užitku byl použit rovnocenný význam všech ukazatelů kritérií a to z toho důvodu, že všechna kritéria posuzovaných variant jsou pouze z kategorie vlivu záměru na základní složky ŽP (voda, ovzduší). Posouzení bylo provedeno na základě souboru 16 ukazatelů dle podkladů oznámení záměru vypracovaného dle litery zákona č. 100/2001 Sb., O posuzování vlivů na ŽP. Výstupem řešení je hodnota celkové funkce užitku U_i , která stanovila následnou preferenci variant záměru logistického centra fy Van Gansewinkel takto:

Varianta III > Varianta I > Varianta II.

Pomocí standardizované matematické metody TUKP a za použití univerzálních transformačních funkcí vytvořených touto disertační prací (kritéria 1 – 11) a při použití vygenerovaných transformačních funkcí (kritéria 12 – 16) téže metody bylo stanoveno preferenční pořadí variant záměru logistického centra pro nakládání s odpady společnosti Van Gansewinkel v Ostravě – Bartovicích následujícím způsobem. Nejpříjemnější variantou z hlediska posuzovaných kritérií je varianta č. 1, dále varianta č. 3 a varianta č. 2. Tohle pořadí bylo určeno jako optimální také v případě expertního posudku v rámci záměru projektu vypracovaného dle požadavků zákona 100/2001 Sb., O posuzování vlivů na ŽP ve znění pozdějších předpisů. Tím tedy bylo ověřeno, že transformační funkce vytvořené touto disertační prací jsou nastaveny optimálně a jsou tedy vhodné pro podobné záměry logistických center.

Závěr

Zvýšená péče a zájem široké veřejnosti o čisté a tím i kvalitní životní prostředí vede k tomu, že značné množství připravovaných projektů bývá řešeno v několika variantách. Ty zohledňují buď environmentální, ekonomické či sociální hledisko budoucího projektu (nebo změnu stávajícího, která naplňuje literu zákona v tom smyslu, že musí být posouzen alespoň v rámci zjišťovacího řízení) a je pouze na expertních posuzovatelích či zájmu široké veřejnosti, která z variant bude v daný okamžik pro společnost nejefektivnější. Rozhodovací proces leží zpravidla na bedrech expertních posuzovatelů, kteří na základě svých zkušeností a zákonných podmínek určí, jaký je potenciální dopad uvažovaného záměru na životní prostředí. Dále potom stanoví, za jakých podmínek může být budoucí záměr realizován.

Tato disertační práce se zabývá popisem a použitím matematických metod hodnocení impaktu. Impaktem rozumíme dopad určité činnosti nebo celého záměru na životní prostředí a to jak na složky ekologické, tak sociální, demografické a další. Základním cílem této práce bylo vytvoření nových kritériálních algoritmů metody TUKP (totálního ukazatele kvality prostředí), která vychází z axiomatické teorie kardinálního užitku (MUT). Účelem této práce bylo, aby tyto nové kritériální funkce (algoritmy) vhodně doplnily stávající, již vytvořené, zveřejněné a ověřené funkce tzv. “elementárního katalogu“. Díky jeho rozšíření zejména na základě nových zákonných limitů došlo k aktualizaci celé metody TUKP a ta je tak připravena jednoduše hodnotit nové projekty vznikající ve více variantách. Mezi základní výhody této metody patří jednoduchá aplikace na jakýkoliv záměr (metoda je adaptabilní a v případě, že k hodnotícím kritériím v dané chvíli neexistuje vytvořená transformační funkce, dá se poměrně jednoduše vygenerovat nová, přesně na míru řešeného projektu), dále je to částečné vyloučení subjektivních vlivů jednotlivých expertů (posuzovatelé se “pouze“ shodnou na hodnotících kritériích, příp. na jejich “váze“ a samotné rozhodování o nejvhodnější variantě již probíhá bez jejich vlivu). V neposlední řadě jde také o úsporu finančních prostředků díky rychlosti rozhodovacího procesu a částečné eliminaci expertů – po sběru vstupních dat může samotné vyhodnocení variant provést pouze jeden expert.

Jak již bylo řečeno, některé z nových transformačních funkcí (např. zatížení prostředí radiací, emise plynů a zápachů do ovzduší, benzen ropný, oxidy dusíku, amoniak atd.) vycházejí ze zákonných předpisů či norem, které jsou platné v současné době. Nově

vytvořené transformační funkce jsou tedy obecně platné pro nejrůznější typy záměrů. Platnost některých z nich byla také ověřena na praktických případech v 6. kapitole této disertační práce. Pokud však budou např. zpřísněny některé zákonné limity, bude třeba opět aktualizovat i vytvořené transformační funkce, např. pomocí článků v odborné literatuře nebo konferencích.

Je třeba rovněž zmínit, že se v rámci závěrečných praktických příkladů nepodařilo ověřit všechny nově vytvořené transformační funkce uvedené v kapitole páté. Je to z důvodu, že nelze nalézt tak komplexní projekt, kde by bylo třeba posoudit tak široké spektrum řešených kritérií. Tím se samozřejmě otevírá další prostor pro ověřování těchto nových funkcí v rámci posuzování dalších vznikajících záměrů a jejich publikace formou odborných článků na konferencích, v časopisech atd.

Tato disertační práce je pojata velmi komplexně. Jednak nabízí popis základních matematických metod využívaných při posuzování nejrůznějších záměrů včetně koncepčních (odpadové hospodářství, energetika) se zaměřením na metodu TUKP, která byla předmětným určením disertační práce rozšířena o nové transformační funkce, dále je zde uveden ucelený přehled nejčastěji posuzovaných záměrů se zaměřením na nejdůležitější kritéria (liniové stavby, zemědělský a chemický průmysl, důlní projekty a další) a v závěrečné kapitole je potom na dvou praktických příkladech ověřena funkčnost a platnost nově vytvořených transformačních funkcí. Součástí práce je samozřejmě přehled literatury, která nabízí další zdroje informací o dané problematice.

Disertační práce, která nově aktualizovala v praxi hojně užívanou, ryze českou metodu TUKP je založena na současných právních emisních limitech znečišťování životního prostředí. V kapitole šesté bylo na praktických příkladech záměrů logistického centra společnosti LIDL a logistického centra pro nakládání s odpady společnosti Van Gansewinkel ověřeno devět z dvaceti pěti nově vytvořených transformačních funkcí výše uvedené metody. Podklady těchto záměrů byly převzaty z dokumentací vytvořených autorizovaným expertem dle litery zákona č. 100/2001 Sb., O posuzování vlivů na životní prostředí s tím, že v rámci dokumentací již bylo expertem doporučeno preferenční pořadí jednotlivých variant těchto záměrů.

U prvního praktického příkladu byl výběr společensky nejvhodnější varianty nejprve ověřen pomocí vygenerovaných transformačních funkcí metody TUKP v rámci diplomové práce pana Řehy a následně na základě kombinace algoritmů vytvořených touto disertační

prací a převzatých z elementárního katalogu kritérií a v případě pěti vztahů také z diplomové práce pana Řehy. Přestože nedošlo k posouzení všech předmětných kritérií záměru na základě nově vytvořených kritériálních algoritmů, oba přístupy posuzování se liší natolik, že je možné jejich výsledky porovnat. Protože při všech třech metodách posuzování (expertní v dokumentaci, diplomová práce a disertační práce) bylo preferenční pořadí variant záměru totožné, lze konstatovat, že devět nově vytvořených kritériálních algoritmů je nastaveno optimálně a lze je v praxi použít pro účely podobného záměru.

U druhého praktického příkladu byl výběr společensky nejvhodnější varianty ověřen kombinací algoritmů vytvořených touto disertační prací a pomocí vygenerovaných transformačních funkcí metody TUKP. Tohle matematické ověření preferenčního pořadí variant bylo porovnáno s preferenčním pořadím stanoveným expertem v rámci dokumentace záměru. Výsledky pořadí variant jsou totožné a lze tedy i u druhého praktického příkladu konstatovat, že vytvořené algoritmy jsou nastaveny optimálně.

Je nutno podotknout, že oba posuzované záměry jsou si svým charakterem poměrně blízké a ověřovaly stejných devět nově vytvořených algoritmů. Tím vlastně proběhl celý ověřovací proces dvakrát, v obou případech úspěšně.

Již bylo naznačeno výše, že nelze předpokládat, že by se kritériální algoritmy vytvořené v této disertační práci mohly posuzovat v rámci jednoho záměru připraveného variantně a předpokládám, že budou postupně ověřeny na dalších praktických příkladech a o těchto závěrech bude informováno formou příspěvků v odborných časopisech, seminářích či konferencích, které se touto specifickou tematikou zabývají. Tato metoda posuzování může být rovněž použita i v jiných oblastech než je EIA a tím pomoci investorům doporučit nejvhodnější variantu na základě jimi specifikovaných kritérií.

Conclusion

The increasing care and the interest of general public of the clean, that means also the well quality environment, leads to the significant amount of prepared project used to be solved in some variants. These focused either environmental, economic or a social point of view of future project (or a change of some current plan), which is according the law in the meaning of the framework of so called “inquiry process” and it is just on the “experts” judges or on general public interest, which variant will be the most effective for the society at the present time. The decision making process leads mostly on expert judges, who according its experiences and juridical requirements define, which is the potential impact of considered design to the environment. Furthermore they have state, under which conditions the future design might be realize.

This thesis deals with description and utilization of mathematical methods of impact assessment. The impact understand the impact of some activity or the whole design at the environment and that how at ecological, social, demographic and some other factors. The core target of this work is the creation of new criteria algorithms of TUKP method (The Total Indicator of Environment Quality), which comes from the axiomatic theory of principal utility (The Multiattribute Utility Theory). The aim is the suitable up dating of current (created, published and verified) functions of so called “elementary catalogue” by new criteria functions (algorithms). Thanks to its extending especially based on new legal limits, there was reached the up dating of the whole TUKP method which is now better prepare to easy assess new projects arising in many variants. Among a basic advantage of this method belong the easy application to whichever design (the method is adaptable and in the case there is not created the transformation function at the moment, it is possible to generate very easy the now one, exactly made to measure the solving project), furthermore it is a partial elimination of subjective influence of individual experts (judges can “just” agree at assess criteria or possibly at its “weight” and the decision on the most suitable variant itself is under way without their influence). The last but not least is also the saving of finances thanks a more quick decision making process and partial experts’ elimination – after the opening data collection the evaluation itself can make just one expert.

As was already mentioned, some new transformation functions (for example demanding of environment by radiation, gas and odour emission to the air, benzene oil, nitrogen oxide, ammoniac and so on) are based on legal requirement or standards, which

are valid presently. Also, the new transformation functions are valid generally for various design types. The validity of some transformation functions was also verified at practical samples in a chapter 6 of this thesis. But if some of legal limits will be tightened for example, it will be necessary to update also the newly created function – for example by the form of articles in technical papers or at conferences.

It is also necessary to mention that in a framework of closing practical samples there were not verified all newly created transformation functions initiated in chapter five. It's because of reason that there is not possible to find such a complex project, where would be necessary to assess such a wide spectrum of solved criteria. Thus as mentioned above, there is another space to verify these new functions in a framework of some other arising designs and its publishing by a form of articles in technical papers, conferences and so on.

This thesis is very complex. First, it offers the description of basic mathematical used at the assessment of various designs including conceptual (waste management, energetic) with the focus at the TUKP method, which was by an object determination of this thesis extended of new transformation functions. Second, there is stated a comprehensive overview of mostly assessed designs including the focus at the most important criteria (linear routes, agriculture and chemical industry, mining projects and others) and finally, at the closing chapter there is based on two practical samples verify the functionality and validity of newly created transformation functions. The part of this work is for sure the overview of further reading where is possible to find other sources of information regarding given problems.

The thesis, which newly updated the original Czech method used plentifully in practise, so called TUKP, is based at current legal emission limits of environment polluting. In chapter six, it was at practical samples of logistic centre of the company LIDL and the logistic centre for waste management of the company Van Gansewinkel verified nine of twenty five newly created transformation functions of above mentioned method. The bases of these designs were taken from documentations created by authorized expert according the law No 100/2001 Coll., On environment impact assessment. In that documentation was by expert recommended the preference order of individual variants of that designs already.

At the first practical sample the chose of society's most suitable variant was first of all verified by generated transformation functions of TUKP method in a framework of a

diploma work of Mr. Řeha and consequently at the base of algorithm combination created by this thesis and adoptable from the elementary criteria catalogue and in a five relations also from the diploma work of Mr. Řeha. Although it was not assess all of the criteria basically on newly created functions, both approaches differ so much that their results are comparable. Because within all three assessment methods (expert's documentation, diploma work and thesis) the preference variants order was the same, it is possible to say, that nine newly created transformation functions are set optimally and it is possible to use them in a practice for the purpose of similar design.

At the second practical sample the chose of society's most suitable variant was verify by combination of algorithms created by this thesis and with a support of generated transformation functions of TUKP method. This mathematical verification of preference variant order was compared with preference variant order stated by expert in a framework of design's documentation. The results of order are identical, also we can say also the second sample that created algorithms are set optimally.

Let me also to say, that both assessed designs are quite close by its disposition and they have verify the same nine newly created algorithms. Therefore the whole verification process run twice, in both cases successfully.

As mentioned above, it is not possible to envisage that the criteria algorithms created by this thesis might be able to be assess in a framework of just one design prepared in variants. Therefore I expect to verify them step by step in a form of articles in technical papers, seminars or conferences with such a specific topic. This method can be used also in some other areas (not just "EIA") and thereby to help for example to developers with finding of the most suitable variant basis on their specific criteria.

Seznam použité literatury

- [1] ŘÍHA, J. *Vliv investic na životní prostředí (Teorie a metodologie EIA)*. Dotisk. Praha : ČVUT, 1992, 153 s. ISBN 80-01-00678-6.
- [2] JURA, P. *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*. Vyd. 1. Brno : VUTUM, 2003 - 132 s. ISBN 80-214-2261-0.
- [3] FIALA, P.; JABLONSKÝ, J.; MAŇAS, M. *Vícekritériální rozhodování*. Vyd. 1. Praha : Vysoká škola ekonomická [Praha], 1994, 316 s. ISBN 80-7079-748-7.
- [4] LAPČÍK, V. *Oceňování antropogenních vlivů na životní prostředí*. Ostrava : VŠB – TU Ostrava : Ediční středisko VŠB - TUO, 1996. 128 s. ISBN 807078-316-8
- [5] BROWNING, G. R. J. *Environmental Assessment for Linear Routes (Roads and Railways)*. *1st Seminar on Environment and the Road Network*. Portugal : Estoril, October 1997.
- [6] Zákon č. 100/2001 Sb., ve znění zákona č. 97/2004 Sb., zákona č. 163/2006 Sb. a zákona č. 216/2007 Sb., *O posuzování vlivů na životní prostředí*.
- [7] Zákon č. 86/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, *O ovzduší*.
- [8] MARTIŠ, Miroslav, et al. *Ústav aplikované ekologie LF ČZU Praha* [online]. 2002. *Posouzení vlivu Plánu odpadového hospodářství (POH) na životní prostředí (SEA POH)* [cit. 2005-06-27]. Dostupný z WWW: <http://kostelec.czu.cz/UAE/SEA/sea_poh/Teze/TZ_0_Teze_SEA_POH.doc>.
- [9] Nařízení vlády č. 351/2002 Sb., *kterým se stanoví závazné emisní stropy pro některé látky znečišťující ovzduší a způsob přípravy a provádění emisních inventur a emisních projekcí*
- [10] DEFRA [online] (Department for Environment, Food & Rural Affairs). 2002. *Guidelines – Environmental impact assessment for use of uncultivated land or semi-natural areas for intensive agricultural purposes*. [cit. 2005-06-08]. Dostupný z WWW: <<http://www.crosscompliance.org.uk/publications/Guidelines%20Environmental%20Impact%20Assessment%20for%20the%20use%20of%20uncultivated%20or%20semi-natural%20areas%20for%20intensive%20agricultural%20purposes.pdf>>.
- [11] RIMMEL, Vladimír. *Strategické hodnocení vlivů na životní prostředí* [online]. 1996 [cit. 2006-06-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.ceu.cz/EIA/CASOPIS/1996/4/e-0401.htm>>.
- [12] Asian Development Bank [online]. *Environmental Categorization and Rapid Environmental Assessment Checklists*. [cit. 2005-05-27] Dostupný z WWW:

<http://www.adb.org/documents/guidelines/environmental_assessment/eaguidelines002.asp>.

[13] The World Bank: Environmental Assessment [online]. 1995-2007, last updated 1998-03. Environmental Assessment of Mining Projects [cit. 2005-06-17]. Dostupný z WWW: <<http://siteresources.worldbank.org/INTSAFEPOL/11429471116495102237/20507370/Update22EnvironmentalAssessmentOfMiningProjectsMarch1998.pdf>>.

[14] Nařízení vlády č. 597/2006 Sb., o sledování a vyhodnocování kvality ovzduší.

[15] Nařízení vlády č. 615/2006 Sb., o stanovení emisních limitů a dalších podmínek provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.

[16] HERČÍK, M. *Životní prostředí – úvod do studia*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava : Ediční středisko VŠB – TUO, 2002. 136 s. ISBN 80-248-0107-8.

[17] Chemopetrol Litvínov [online]. 2004 , 2007. *Bezpečnostní list benzenu ropného* [cit. 2005-06-03]. Dostupný z WWW: <http://www.unipetrol.cz/produkty/75f766d0/Benzen_EU4.pdf>.

[18] CHORAZY, T.; MIERVA, P. *Rozšířená teorie udržitelného rozvoje (jako součást projektu SUS – TRAIN)*. Centrum pro evropská studia. VŠB – TU Ostrava, 2004.

[19] CHORAZY, T.; MIERVA, P. *Extended Theory of the Sustainable Development (as a part of SUS – TRAIN project)*. The Centrum for European Studies, VŠB – TU Ostrava, 2004.

[20] ŘEHA, L. Použití matematických metod hodnocení impaktu při zpracování oznámení a dokumentace ve smyslu zákona č. 100/2001 Sb., v platném znění. Diplomová práce. VŠB – TU Ostrava, duben 2006. 74s, 7 příloh.

[21] LAPČÍK, V. *Dokumentace o hodnocení vlivů na životní prostředí “Logistické centrum LIDL Stránecká Zhoř”*. Ostrava, únor 2005. 83s, 39 příloh, fotodokumentace (10).

[22] ŘÍHA, J. *Hodnocení vlivu investic na životní prostředí, vícekritériální analýza a EIA*. 1. vydání. ACADEMIA Praha, 1995. 348s.

[23] Ministerstvo životního prostředí [online]. 1995-2007. *Emisní faktory motorových vozidel* [cit. 2007-28-01]. Dostupný z WWW: <[http://www.env.cz/AIS/webpub.nsf/\\$pid/MZPMSF437BOZ](http://www.env.cz/AIS/webpub.nsf/$pid/MZPMSF437BOZ)>.

[24] Nařízení vlády č. 352/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.

[25] LAPČÍK, V. *Oznámení o hodnocení vlivů na životní prostředí “Logistické centrum firmy van Gansewinkel v Ostravě – Bartovicích”*. Ostrava, červenec 2006. 66s, 21 příloh, fotodokumentace (10).

Seznam tabulek, grafů a obrázků

Tabulka č. 1: Základní čtyři typy transformačních funkcí

Tabulka č. 2: Matice předností a normovaných vah parametrů

Tabulka č. 3: Příklad určení relativní důležitosti ukazatelů metodou známkování

Tabulka č. 4: Jednotlivé plochy záboru půdy

Tabulka č. 5: Celkové roční emise vytápění logistického centra

Tabulka č. 6: Celkové roční emise – dopravní obsluha logistického centra

Tabulka č. 7: Celkové množství technologických odpadních vod

Tabulka č. 8: Celkové množství splaškových odpadních vod

Tabulka č. 9: Znečištění splaškových odpadních vod

Tabulka č. 10: Max. hladiny hluku ze stac. zdrojů na okraji nejbližší obyt. zástavby (350m)

Tabulka č. 11: Katalog kritérií posuzovaného záměru logistického centra

Tabulka č. 12: Maticová tabulka vstupních údajů

Tabulka č. 13: Geneze transformačních funkcí užítku $U_j = f_j(P_j)$

Tabulka č. 14: Hodnoty dílčích funkcí užítku $U_j = f_j(P_j)$

Tabulka č. 15: Hodnota celkové funkce užítku U_i pro jednotlivé varianty a pořadí variant podle této hodnoty

Tabulka č. 16: Ukazatelé kritéria a transformační funkce vytvořené touto disertační prací a převzaté z elementárního katalogu metody TUKP

Tabulka č. 17: Hodnoty dílčích funkcí užítku

Tabulka č. 18: Hodnota celkové funkce užítku U_i pro jednotlivé varianty a pořadí variant podle této hodnoty

Tabulka č. 19: Celkové množství technologických odpadních vod

Tabulka č. 20: Celkové množství splaškových odpadních vod

Tabulka č. 21: Znečištění splaškových odpadních vod

Tabulka č. 22: Celkové roční emise vytápění logistického centra

Tabulka č. 23: Celkové roční emise – dopravní obsluha logistického centra

Tabulka č. 24: Katalog kritérií posuzovaného záměru logistického centra

Tabulka č. 25: Maticová tabulka vstupních údajů

Tabulka č. 26: Ukazatelé kritéria a transformační funkce vytvořené touto disertační prací a převzaté z elementárního katalogu metody TUKP

Tabulka č. 27: Geneze transformačních funkcí užítku $U_j = f_j(P_j)$

Tabulka č. 28: Hodnoty dílčích a celkové funkce užítku

Tabulka č. 29: Hodnota celkové funkce užítku U_i pro jednotlivé varianty a pořadí variant podle této hodnoty

Obrázek č. 1: Trojúhelníkový typ fuzzy množiny TFN pro (nejisté, nahodilé, mlhavé) hodnoty očekávané zátěže škodlivinami, vyjádřené verbálně „ne méně než 5, asi 25, ale ne více než 30 [mg.l⁻¹]“

Obrázek č. 2: Vymezení transformačního prostoru

Graf č. 1: Využití půdy během výstavby

Graf č. 2: Uvažovaná preventivní opatření

Graf č. 3: Škody na zdrojích pitné vody

Graf č. 4: Blízkost zdroje nebezpečných chorob

Graf č. 5: Zatížení prostředí rozvojovými aktivitami

Graf č. 6: Náhodné poruchy technického vybavení

Graf č. 7: Přetížení dopravy v místě projektu

Graf č. 8: Nárůst patogenních látek v odpadních vodách a čistírenském kalu

Graf č. 9: Zatížení prostředí světlem

Graf č. 10: Zatížení vodního prostředí teplem

Graf č. 11: Zatížení prostředí radiací

Graf č. 12: Zatížení prostředí toxickými látkami

Graf č. 13: Emise plynů a zápachů do ovzduší

Graf č. 14: Benzen ropný

Graf č. 15: Oxidy dusíku

Graf č. 16: Amoniak

Graf č. 17: Benzo(a)pyren

Graf č. 18: Těkavé organické sloučeniny

Graf č. 19: Nadměrné čerpání vody

Graf č. 20: Změna přirozené druhové rozmanitosti jako důsledek při pěstování monokulturních plodin

Graf č. 21: Tuhé znečišťující látky

Graf č. 22: Oxid siřičitý

Graf č. 23: Oxidy dusíku

Graf č. 24: Oxid uhelnatý

Graf č. 25: Organické látky

Seznam použitých zkratk a symbolů

DELFY	– metoda týmového expertního oceňování
EIA	– Environment Impact Assessment
EIS	– Environment Impact Statement
FUZZY	– mlhavý
IMPAKT	– dopad činnosti na životní prostředí
MUT	– Multiattribute Utility Theory
NEPA	– National Environmental Policy Act
NPK	– nejvyšší přípustná koncentrace
SEA	– Strategic Environment Assessment
TOPSIS	– Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TUKP	– totální ukazatel kvality prostředí
VOC	– Volatile Organic Compounds (těkavé organické látky)
ŽP	– životní prostředí
a_{ij}	– koeficient i-té varianty a j-tého parametru
b_{ij}	– koeficient i-té varianty a j-tého parametru
f	– funkce
i	– index varianty
I	– jednotková čtvercová matice
j	– index ukazatele
k	– index experta
m	– celkový počet variant
n	– celkový počet ukazatelů
P_y	– charakteristika, kritérium, parametr
$P_j^{(y)}$	– ukazatel kritéria
s	– celkový počet expertů
U_j	– jednorozměrná (dílčí) funkce užitku, kvalitativní multiplikátor
U	– celková funkce užitku
V_i	– varianta
w_j	– relativní význam ukazatele, kvantitativní multiplikátor, váha
$W_j^{(N)}$	– normovaný kvantitativní multiplikátor
x	– nezávisle proměnná
y	– závisle proměnná

Seznam publikací

- [1] Chorazy, T.; Lapčík, V. Použití matematických metod hodnocení impaktu v oblasti odpadového hospodářství. *In: Zborník prednášok z medzinárodnej konferencie ODPADY 2005*. Spišská N. Ves : 2005, s. 217 – 222, ISBN 80-968214-5-8.
- [2] Chorazy, T. Použití matematických metod hodnocení impaktu v oblasti úpravnických procesů v rámci hodnocení EIA. *In: Recyklace odpadů kovových a kovonosných (sborník přednášek mezinárodní konference VŠB-TU, Ostrava, 5. – 6. 4. 2006)*. Ostrava : VŠB-TU, HGF, FMMI, duben 2006, s. 81 - 87. ISBN 80-248-1070-0.
- [3] Chorazy, T.; Lapčík, V. Utilizing of Mathematical Methods of Impact Assessment in the Area of Waste Management. *In: 10th Conference on Environment and Mineral Processing - Part III*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 22. – 24. 6. 2006, s. 61 – 66, ISBN 80-248-1104-9.